BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Digitized by Google

<36620110140018 S

<36620110140018

Bayer. Staatsbibliothek

F

Digitized by Google

Digitized by Google

Neues System

der

Pflanzen-Physiologie

von

F. J. F. Meyen,

Doctor der Philosophie, der Medizin und der Chirurgie, und aufserordentlicher Professor an der Königl. Friedrich Wilhelms-Universität zu Berlin.

Erster Band.

Mit sechs Kupfertafeln in Quart.

Berlin, 1837.

Haude und Spenersche Buchhandlung.

(S. J. Joseephy.)

Digitized by Google

Digitized by Google

Herrn

H. Fr. Link,

dem

Gründer der deutschen Pflanzen-Physiologie,

seinem Lehrer,

der Verfasser.

Digitized by Google

Hochverehrter Gönner und Freund!

Indem ich es wage Ihnen dieses Buch ergebenst zu widmen, suche ich durch öffentliche Darlegung der Dankbarkeit einen kleinen Theil meiner grofsen Schuld abzutragen, mit welcher ich Ihnen, als meinem Lehrer und hochverehrten Freunde, dessen reiche Erfahrungen mir so oft den Weg meines Studiums vorgezeichnet haben, verpflichtet bin.

Eine lange Reihe von Jahren haben andere Berufs-Pflichten meine Thätigkeit dergestalt in Anspruch genommen, dafs ich, erst in der letzteren Zeit, mich wieder der Lieblingswissenschaft zuwenden konnte, deren Bearbeitung die Aufgabe meines künftigen Lebens sein soll.

Ich wünschte, dafs Sie dieses Buch als eine Fortsetzung und Verbesserung meiner Phytotomie ansehen, welche im Jahre 1830 erschien; der Titel desselben möchte durch die neue Anordnung der bearbeiteten Gegenstände, und durch die allgemeine Durchführung gewisser neuer Ansichten, wie es bisher noch nicht geschehen ist, gerechtfertigt werden. Ich möchte glauben, dafs vielleicht die

Digitized by Google

Zeit gekommen wäre, in welcher man versuchen könnte die Pflanzen-Physiologie ganz in der Art, wie die Physiologie der Thiere zu bearbeiten. In dem ersten Theile dieses Buches sind die Organe der Verdauung, der Respiration und der Secretion der Pflanzen erörtert; der zweite Theil (welcher im künftigen Jahre erscheint), wird die Bewegung der Säfte, die Vegetation und die Generation enthalten, und die Aehnlichkeit, welche in den Erscheinungen des Lebens der Pflanzen und der Thiere herrscht, wird in demselben noch deutlicher hervortreten.

Den gröfsten Lohn für diese Arbeit hoffe ich in Ihrer gütigen Beurtheilung derselben zu finden.

J. Meyen.

Digitized by Google

Inhalt.

Seite.

Einleitung 1

Erste Abtheilung.

Allgemeine vergleichende Untersuchungen über den Bau und die Function der Elementar-Organe der Pflanzen . . 8

Erstes Buch. Von dem Bau und den Verrichtungen der Assimilations- und Bildungs-Organe.

Erstes Capitel.

Specielle Darstellung über den Bau der Zellenwände . 12

Zweites Capitel.

Ueber den spiralförmigen Bau, welcher in den Wänden der Parenchym-Zellen in so aufserordentlich vielen Fällen mehr oder weniger deutlich hervortritt. 45

Drittes Capitel.

Allgemeine Darstellung über den Bau der Membran, welche die Prosenchym-Zellen bildet. 72

Viertes Capitel.

Allgemeine Darstellung über den Bau der Membran, welche die Pleurenchym- oder Faser-Zellen bildet. . . . 97

Fünftes Capitel.

Specielle Untersuchung über den Bau der Membran, welche die Spiralröhren der Pflanzen darstellt. 117

Sechstes Capitel.

Ueber die Verbindung der Zellen unter sich. . . . 160

Siebentes Capitel.

Ueber die Function und die Bildungen der Pflanzen-Zellen. 178

Ueber die Function der parenchymatischen Zellen. . . 179

I. Ueber das Vorkommen der gefärbten Zellensäfte. . . 181

II. Auftreten der ungefärbten Kügelchen im Safte der Pflanzen-Zellen. 189

III. Auftreten der gefärbten Zellensaft-Kügelchen. . . . 200

IV. Ueber den Nucleus im Safte der Zellen. . . . 207

V. Auftreten verschiedener fester Sekrete im Inneren der Zellen. 209

Digitized by Google

Seite.

VI. Von den Krystallen und den anorganischen Substanzen überhaupt, welche in dem Zellengewebe der Pflanzen vorkommen. 212
Ueber die Function der Prosenchym- und Pleurenchym-Zellen. 246
Ueber die Function der Spiralröhren. 248
Zweites Buch. Ueber den Bau und das Vorkommen der Respirations- und Secretions-Behälter.
Achtes Capitel.
Das Respirations-System in den Pflanzen. 259
Nähere Betrachtung der Organe, welche die Respiration der Pflanzen vermitteln. 268
Ueber die grofsen Luftbehälter im Inneren der Pflanzen. . 294
Neuntes Capitel.
Anderweitige Secretionsbehälter. 317
Zweite Abtheilung.
Allgemeine vergleichende Darstellung über die Typen, nach welchen sich die Elementarorgane zur Bildung der Pflanzen aneinanderreihen. 323
Erstes Capitel.
Ueber den Stamm der Monocotyledonen. 331
Ueber die Theilung der Holzbündel und über das Verhältnifs der Zahl derselben zur Zahl der Geschlechtsorgane. . 352
Zweites Capitel.
Ueber den Stamm der Dicotyledonen. 358
Der Holzkörper. 358
Die Markstrahlen. 373
Das Mark. 377
Der Rindenkörper. 380
Ueber die Bildung der neuen Holz- und Rindenschichten. . 390
Drittes Capitel.
Ueber den Stamm der Acotyledonen. 413

Erklärung der Abbildungen auf beiliegenden Tafeln. . . 421

Digitized by Google

Nur wenige Fächer der Naturwissenschaften sind seit den letzteren Jahren so vielfach bearbeitet worden, als die Physiologie der Gewächse; eine Reihe der glänzendsten Entdeckungen in der feineren Zergliederung der Pflanzen haben zu Ansichten geführt, welche der Physiologie zur sichersten Grundlage dienen und derselben den Gang vorschreiben können, welchen sie bei ihren gegenwärtigen Forschungen einzuschlagen hat. Ja es möchte die Zeit gekommen sein, dafs die Pflanzen-Physiologie in die Reihe derjenigen Wissenschaften treten mufs, welche in jeder Hinsicht die höchste Beachtung verdienen; die Anatomie der Pflanzen, welche der Physiologie allein zur Grundlage dient, besteht nicht mehr wie sonst, aus einer Menge von widersprechenden Beobachtungen und eben so widersprechenden Meinungen, sondern es zeigt sich endlich eine Uebereinstimmung in der Erklärung der beobachteten Gegenstände, welche wenigstens bei denjenigen Botanikern zu finden ist, die sich mit der Bearbeitung dieses Theiles der Botanik anhaltend beschäftigen. Diese Uebereinstimmung möchte aber auch für die Richtigkeit der Auffassung des Gegenstandes sprechen, und somit kann man gegenwärtig mit gröfserer Sicherheit auf diese Beobachtungen weiter bauen.

Die neueste Zeit hat in vieler Hinsicht gezeigt, von welcher hohen Wichtigkeit für den Wohlstand der Völker eine genaue Kenntnifs über die geheimen Prozesse wäre, welche das Leben der Pflanzen in ihrem einfachen Gewebe ausführt; es ist bekannt, wie gegenwärtig schon eine Menge von vegetabilischen Produkten durch die Kunst

Digitized by Google

erzeugt werden, welche das Pflanzenleben unter anderen Verhältnissen selbst hervorbringt. In vielen anderen Fällen mufs der Vegetations-Akt künstlich geleitet werden, bald befördert, bald zurückgehalten um die Pflanze zur Erzeugung dessen zu zwingen, was man gerade bezweckt. Zwar hat man die meisten dieser Operationen schon lange vorher betrieben, ehe man die Erklärung dazu geben konnte, um so langsamer schritt auch ihre Vervollkommnung vor. Gegenwärtig aber tritt die Pflanzen-Physiologie in das praktische Leben hinein; der Gebildete wird darin einen Schatz von interessanten Thatsachen kennen lernen, welche auch hier, wie überall in der Natur die höchste Zweckmäfsigkeit erweisen, selbst in den bewunderungswürdig kleinsten Gebilden; und eine Anschauung von dem Lebensprozesse dieser Organisationen, von deren Dasein unsere ganze Existenz abhängt, wird der heutige Zustand dieser Wissenschaft ebenfalls zu geben im Stande sein. Aber auch der Techniker wird durch die Pflanzen-Physiologie in vieler Hinsicht belehrt, er wird in den Stand gesetzt werden, die besten Methoden anzuwenden, um, bei der vielfachen technischen Benutzung der Pflanzen auf dem leichtesten und schnellesten Wege zum Ziele zu gelangen.

Einen grofsen Antheil bei der neueren Ausbildung der Pflanzen-Physiologie hat die Chemie, aber den gröfsten Nutzen hat offenbar die vielfache Anwendung des Mikroskop's bei der Erforschung dieses Gegenstandes gezeigt; dieses Instrument, welches für das Studium der Naturwissenschaften die wichtigste Erfindung sein möchte, ist in neuester Zeit so aufserordentlich vervollkommnet, dafs man gegenwärtig viele der schwierigsten Gegenstände der Pflanzen-Anatomie augenblicklichst erkennt, welche noch vor 10 Jahren fast unmöglich zu sehen waren; ja es ist zu hoffen, dafs das Mikroskop noch weit mehr vervollkommnet werden, und dafs es täglich immer allgemeiner und allgemeiner in Anwendung gesetzt werden wird.

Eine kurze Anweisung über den Werth und den Gebrauch der Mikroskope möchte demnach an diesem Orte

Digitized by Google

nicht unpassend sein, wenigstens wird sie dem Anfänger in diesen Untersuchungen von Nutzen sein, und ihn vor manchem Irrthume bewahren. In früheren Zeiten zeichneten sich ganz besonders die einfach ausgeführten zusammengesetzten Mikroskope aus, welche man in England verfertigte, und es sind noch manche, sehr gute Instrumente aus jener Zeit vorhanden; sie geben, in Bezug auf Deutlichkeit der kleinsten Theilchen vorzugsweise scharfe Bilder, und selbst bei starken Vergrößerungen, welche aber nicht über 250mal hinausgehen, zeigen sie hinreichende Fokalabstände. Diese Mikroskope wurden später von Frauenhofer mit achromatischen Gläsern versehen, und zeichneten sich nun, sowohl in Hinsicht der Größe des Gesichtsfeldes als auch durch Schärfe der Bilder ganz besonders aus. Als aber Selligue zu Paris, im Jahr 1826 die Vorrichtung der sogenannten aplanatischen Linsen (Objective welche über einander zu schrauben sind) erfunden hatte, verfertigte Chevalier mit Anwendung derselben neue Mikroskope, welche alle übrigen an Vergrößerung übertrafen, und diese Vorrichtung ward von jener Zeit an überall bei den neuen Mikroskopen angebracht.

Amici zu Modena, ein berühmter Physiker, verfertigte schon einige Jahre früher katoptrische Mikroskope, welche zwar von besonderer Güte waren, indessen dennoch den dioptrischen Mikroskopen weichen mußten, welche derselbe Physiker bald darauf erfand. Diese dioptrischen Mikroskope, wie sie Amici seit 1832 anfertigt, haben 5 Okulare und 5 Objective und zeigen die stärksten Vergrößerungen, welche man bis jetzt durch Mikroskope erreicht hat, doch leider werden die Bilder, bei den stärksten Vergrößerungen sehr dunkel, ganz besonders bei bezogenem Himmel. Es ist noch zu bemerken, daß bei diesen Mikroskopen von Amici ein Prisma angebracht ist, wodurch die Lichtstrahlen, welche durch die aplanatischen Objective durchgehen, in einem Winkel von 90° abgelenkt werden, wodurch man im Stande ist in derselben Art zu beobach-

Digitized by Google

ten, wie mittelst gewöhnlicher Fernröhre, indem der Tubus des Instruments horizontal gestellt ist.

Seit dem Jahre 1832 werden von Plössl in Wien *) und von Pistor und Schick zu Berlin, ganz ausgezeichnet gute Mikroskope nach dem Selligueschen Principe angefertigt, welche sich auch durch ihre Wohlfeilheit auszeichnen. Die Plösslschen Mikroskope ohne Mikrometer zu 100 Gulden Conv. Münze, so wie die Schickschen zu 70 Thaler sind nicht nur den Anfängern recht sehr zu empfehlen, sondern man wird, auch bei späteren Untersuchungen, in den meisten Fällen damit auskommen. Die gröfseren Mikroskope kosten bei Plössl 160 Gulden, doch der Mikrometer vertheuert das Instrument noch um 50—60 Thaler.

In England sollen gegenwärtig bei Dolland Mikroskope zu 80 Guineen angefertigt werden, welche die Plösslschen und Schickschen übertreffen sollen!

Die einfachen Mikroskope sind zur Bearbeitung der Pflanzen-Anatomie weniger zu empfehlen; die kleinen Linsen, durch welche man hinreichend starke Vergröfserung erlangen kann, sind so aufserordentlich klein, dafs ihre kurzen Fokalabstände, so wie der kleine Gesichtskreis den Beobachtungen mit solchen Instrumenten viele Hindernisse in den Weg legen. Mit gröfserem Zeitaufwande kann man allerdings auch mit guten einfachen Mikroskopen sehr wohl beobachten, indessen die Vergröfserungen derselben sind lange nicht so stark, als die unserer gegenwärtigen zusammengesetzten Mikroskope. Auch glaube man nicht, dafs die Beobachtungen mit dem einfachen Mikroskope weniger den Irrthümern unterworfen sind, als jene mit dem zusammengesetzten Mikroskope, und bringt man noch dabei in Anschlag, dafs das Beobachten mit einfachen und sehr starken Linsen die Augen bedeutend angreift, so kann darüber kein Zweifel herrschen, dafs für

*) G. S. Plössl, Optiker und Mechaniker. Alte Wieden, Feldgasse am Eck der Schmöllergasse Nr. 215.

Digitized by Google

die Bearbeitung der Pflanzen-Anatomie das zusammengesetzte Mikroskop den Vorzug erhalten mufs. Die einfachen Taschen-Mikroskope, welche Plössl und andere Optiker ebenfalls mit aplanatischen Linsen verfertigen, sind indessen mehr zu physiologischen Beobachtungen zu empfehlen, wie z. B. zur genauern Kenntnifs über die Structur der Blüthe, der Frucht und der Saamen; in diesen Fällen wird man nur selten mit dem zusammengesetzten Mikroskope ausreichen.

Man hat auch bei diesen kleinen Taschen-Mikroskopen durch einzelne, einfache Linsen, sehr starke Vergröfserungen zu erreichen gesucht. Plössl in Wien verfertigt dergleichen Glas-Linsen von $\frac{1}{10}$ Linie Brennweite, und in England hat man verschiedene Mineralien zur Anfertigung dieser kleinen Linsen benutzt. Pritchard in London verfertigt Saphirlinsen von $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{20}$, $\frac{1}{30}$ und $\frac{1}{40}$ engl. Zoll Brennweite, deren Liniarvergröfserung 100, 200, 300 und 400mal ist und 2 Guineen kosten. Linsen von $\frac{1}{50}$ und $\frac{1}{60}$ Z. Fokalabstand kosten 3 Guineen und von $\frac{1}{80}$ und $\frac{1}{100}$ engl. Zoll sogar 4 Guineen. Die Demantlinsen kosten bei Pritchard 10 bis 20 Guineen, während eine Demantlinse zum einfachen Taschenmikroskop, mit 500maliger Liniarvergröfserung bei Plössl nur 150 Gulden, und eine Saphirlinse von 400maliger Vergröfserung nur 20 Gulden kostet.

Bei den mikroskopischen Beobachtungen wende man das gewöhnliche Tageslicht an, und an weniger hellen Tagen gebrauche man zur Beleuchtung des Objects einen Concav-Spiegel. Der directen Sonnenstrahlen bediene man sich zur Beleuchtung nur in solchen Fällen, wo der zu beleuchtende Gegenstand bei gewöhnlichem Lichte undurchsichtig erscheint, und ebenso ist eine solche Beleuchtung zu benutzen, um die Bewegung einer Flüssigkeit in einem dünnen, aber dennoch undurchsichtigen Objecte zu erkennen. Will man jedoch die Structur der Elementar-Organe der Pflanzen kennen lernen, so darf das directe Sonnenlicht zur Beleuchtung nicht angewendet werden, und ebenso verhält es sich mit der Beleuchtung durch Lampenlicht;

Digitized by Google

ich kenne keinen Fall, wo man bei der Anwendung des Lampenlichtes, ein so reines, scharfes und so richtiges Bild erhält, wie es die Beleuchtung eines gewöhnlichen, guten Mikroskop's mit dem Tageslichte darbietet.

Zum Objectträger gebrauche man gewöhnliches weifses planes Glas, doch presse man nicht den zu beobachtenden Gegenstand zwischen Glasplatten, sondern man lasse ihn, mit Wasser umhüllt, frei und offen liegen, aber vermeide auch, dafs er im Wasser schwimmt; die Menge des Wassers darf nur so grofs sein, dafs das Object nicht zusammentrocknet und gleichmäfsig damit bedeckt wird. Zuweilen ist es bei mikroskopisch-phytotomischen Untersuchungen von grofsem Vortheile, wenn man einen und denselben Gegenstand in Flüssigkeiten von verschiedener Strahlenbrechungskraft eingehüllt untersucht; das Eiweifs, welches eine stärkere Strahlenbrechungskraft besitzt als Wasser, bringt Herr Ure hiezu vorzugsweise in Vorschlag. Zur Beobachtung getrockneter vegetabilischer Stoffe ist das Terpenthinöl zur Einhüllung des Objectes, ganz besonders zu empfehlen; es dringt sehr schnell durch die Membranen und treibt die Luft mit Gewalt hinaus, was durch Wasser nicht so bald bewirkt wird. Weniger empfehlenswerth ist zu diesem Zwecke der Canada-Balsam, u. s. w.

Früher war es sehr im Gebrauche, dafs man bei mikroskopischen Untersuchungen das zu beobachtende Object zwischen zwei Glasplatten zusammendrückte, und noch vor einiger Zeit hat Herr Purkinje *) einen eigenen Quetsch-Apparat erfunden und denselben als unentbehrlich anempfohlen. Es giebt manche Fälle, besonders bei der Untersuchung der Elementar-Organe der Thiere, wo die Anwendung des Quetsch-Apparats sehr vortheilhaft ist, doch zur Bearbeitung der Pflanzen Anatomie möchte derselbe nicht

*) Ueber den mikrotomischen Quetscher; ein bei mikroskopischen Untersuchungen unentbehrliches Instrument. — In Müllers Archiv. 1834. p. 385.

Digitized by Google

nur zu entbehren sein, sondern seine Anwendung würde hier sehr viele Irrthümer herbeiführen.

Zu den gewöhnlichen Untersuchungen über den Bau der Pflanzen wende man wenigstens 200malige Vergröfserungen an, und nur für einzelne Fälle benutze man die stärkeren und stärksten Vergröfserungen. Es ist überhaupt vortheilhaft, wenn man das Auge an eine bestimmte Vergröfserung gewöhnt; es erhält hiebei durch langjährige Uebung eine besondere Schärfe. Auch fürchte man nicht, dafs gesunde Augen durch mikroskopische Beobachtungen leiden möchten; sie pflegen allerdings in den ersten Tagen anhaltender Beobachtungen etwas angegriffen zu erscheinen, aber bald verschwindet auch dieses Gefühl und die Augen werden im Gegentheile immer schärfer, doch anhaltende Beobachtungen mit Fernröhren zur Nacht und mikroskopische Beobachtungen bei Tage, können dem Auge in sehr kurzer Zeit schädlich werden.

Digitized by Google

Erste Abtheilung.

Allgemeine vergleichende Untersuchungen über den Bau und die Funktion der Elementar-Organe der Pflanzen.

Die unendliche Mannigfaltigkeit, welche die Pflanzen in ihrer äufseren Form zeigen, ist weniger in dem inneren Bau derselben zu finden, und die Zahl der Elementar-Organe, welche die Pflanzen zusammensetzen, ist nur sehr klein, doch sie sind es, welche in Hinsicht ihrer Form, ihrer Gröfse, Stellung und ihrer Thätigkeit eine eben so grofse Mannigfaltigkeit zeigen, wie wir dieselbe an der äufseren Form der Pflanzen täglich zu beobachten Gelegenheit haben.

Die wesentlichsten Elementar-Organe, woraus die Pflanzen zusammengesetzt werden, sind die Zellen, welche bei aller Mannigfaltigkeit in ihrer Form, ihrer Gröfse, ihrer Stellung und ihrem Inhalte, den einfachsten Bau zeigen, denn es sind kleine Behälter, welche von einer zarten Haut dargestellt werden, die nirgends mit Oeffnungen versehen ist, so dafs man die Zellen mit geschlossenen Säckchen vergleichen kann. Treten die Zellen in Menge neben einander auf, so bilden sie eine Masse, welche man Zellengewebe oder Zellgewebe nennt, und dieses Gewebe fehlt keiner der vollkommeneren Pflanzen. Bei den niedrigsten Pflanzen, als bei den untersten Abtheilungen der Pilze und der Algen, da treten nur einzelne Reihen von Zellen auf, und diese bilden selbstständige Individuen, wie z. B. bei den Conferven und den Faden-Pilzen, wozu unsere gewöhnlichen Schimmel-Arten gehören; jeder Utriculus ist hier eine einzelne Zelle, und jede dieser Zellen ist vermögend, für sich allein zu beste-

Digitized by Google

hen, sich zu bilden und sogar Früchte zu tragen, daher kann man sagen, dafs diese Pflanzen aus einer Menge von kleineren Pflänzchen zusammengesetzt sind. Das Wesentlichste hiebei, worauf sich jedoch die ganze Ansicht stützt, ist die Selbstständigkeit, welche die Zellen des Zellengewebes zeigen; und diese ist es, welche in einem niedern Grade auch noch bei den Zellen der vollkommensten Pflanzen zu beobachten ist.

Später werden wir viele Fälle kennen lernen, wo oftmals Zellen, welche dicht neben einander liegen und aus einer und derselben Quelle den Nahrungssaft erhalten, wie diese dennoch die verschiedenartigsten Stoffe erzeugen; ja es möchte das Unbegreiflichste in den Vorgängen des Pflanzenlebens sein, wie die Zellen, meistens so klein und so ähnlich, ja gleichartig gebaut, dennoch in einer und derselben Pflanze die verschiedenartigsten Stoffe erzeugen können.

Die unvollkommensten Pflanzen bestehen aus einem gleichmäfsigen Zellengewebe, d. h. die Zellen desselben sind von gleicher oder ähnlicher Form; bei den vollkommeneren Pflanzen treten Zellen von verschiedener Form auf, und die gleichgeformten sind zusammengruppirt. Hier sind besonders die Zellen mit langgestreckter Form zu beachten, welche in kleinen Bündeln vereint auftreten und mit dem Namen der Gefäfsbündel belegt worden sind, weil sie es offenbar sind, welche mit Schnelligkeit den rohen Nahrungssaft durch die ganze Pflanze leiten. Bei noch vollkommeneren Pflanzen tritt eine eigene Modification der langgestreckten Zellen auf, welche die meisten Botaniker, als eigenthümliche Gefäfse erkennen möchten, und sie mit dem Namen der Fasergefäfse belegt haben, doch diese sogenannten Fasergefäfse bilden keine besondere Klasse von Elementar-Organen, sondern es sind nur modificirte langgestreckte Zellen, welche ihren Ursprung durch hundertfältige Uebergangsstufen nachweisen. Bei den vollkommeneren Pflanzen treten jedoch zwischen den Zellen noch eigenthümlich gestaltete Elementar-Organe

Digitized by Google

auf, welche unter dem Namen der Spiralgefäfse, Spiralröhren u. s. w. bekannt sind, und besonders in früheren Zeiten als die wichtigsten Elementar-Organe der Pflanzen angesehen wurden. Gegenwärtig haben die Spiralröhren jene hohe Wichtigkeit verloren; eine vielfältige Untersuchung hat mich gelehrt, dafs dieselben bei allen so auffallenden Eigenthümlichkeiten, welche ihr Bau zeigt, dennoch mit den Zellen in eine und dieselbe Klasse von Elementar-Organen zu stellen sind. Die Spiralröhren und die Zellen haben, dem Wesen nach, einen und denselben Bau und eine und dieselbe Entstehungsart, wenn sie auch in ihren Extremen noch so verschiedenartig auftreten, so dafs die ausgesprochene Meinung anfangs selbst grundlos erscheinen möchte. Die Spiralröhren sind eigenthümlich modificirte Zellen, ebenso wie die sogenannten Fasergefäfse, und demnach werde ich im Verlaufe dieser Schrift, wie ich es schon in meiner Phytotomie gethan habe, jene beiden Formen von Elementar-Organen nicht zu den Gefäfsen zählen, sondern ich werde nachzuweisen suchen, dafs sie in Hinsicht ihrer Funktionen mit anderweitigen Organen des thierischen Körpers zu vergleichen sind; die einen nenne ich Spiralröhren, die anderen Faser-Zellen.

Bei einer sehr grofsen Anzahl vollkommener Pflanzen findet man zwischen den Zellen noch eine eigenthümliche Klasse von Elementar-Organen, und diese bestehen in einem zusammenhängenden Systeme eigener Gefäfse, welche einen Saft führen, der sich durch Consistenz wie durch Färbung, meistens sehr auffallend von dem Safte der Zellen unterscheidet und unter dem Namen des Milchsaftes bekannt ist. Dieses Gefäfssystem mit seinem Inhalte, wird man am Besten mit dem Blutgefäfs-Systeme in den Thieren vergleichen, worüber in der Folge ausführlich gehandelt werden soll.

Die Elementar-Organe der Pflanzen sind demnach Zellen, welche unter den mannigfachsten Modificationen auftreten, und wovon diejenigen, welche in Form langer

Digitized by Google

Röhren erscheinen, schon seit den frühesten Zeiten der Pflanzen-Anatomie mit dem Namen der Fasergefäfse, Spiralgefäfse u. s. w. belegt worden sind. Nur einem grofsen Theile der vollkommeneren Pflanzen kommt ein eigenes Gefäfssysstem zu, welches zwischen den Zellen verläuft, ähnlich demjenigen, worin das Blut in den Thieren bewegt wird; zwar treten diese Gefäfse nicht bei allen Pflanzen auf, sie müssen aber dennoch zu den Elementar-Organen gerechnet werden, denn auch die Spiralröhren und die Faserzellen treten nicht bei allen Pflanzen auf.

Mehrere andere Physiologen, worunter neuerlichst noch Herr Treviranus *) sind der Meinung, dafs die Elementar-Organe der Pflanzen in Zellgewebe, Fasergewebe und Gefäfsen (Spiralröhren werden nämlich darunter verstanden) bestehen; sie sprechen noch nicht von den eigenen Gefäfsen, worin sich der Milchsaft bewegt, weil dieselben bei ihren Beobachtungen noch übersehen sind.

Aus diesen vorangeschickten Bemerkungen geht schon hervor, dafs die Zellen es sind, denen die gröfste Wichtigkeit in den Pflanzen zukommt; sie sind es, welche zuerst die Pflanze bildet, und in ihnen werden alle die mannigfaltigen Stoffe dargestellt und abgelagert, welche für die Ernährung der Thiere und Pflanzen so äufserst wichtig sind. Demnach müssen wir die gröfste Aufmerksamkeit auf den Bau, die Bildung und den Inhalt der Zellen richten, denn aus einem genaueren Studium dieser Gegenstände werden wir zuerst eine Vorstellung von dem Leben der Pflanzen erhalten; schon gegenwärtig sind wir hierüber zu schönen Resultaten gelangt, denn es wird sich zeigen, dafs die Thätigkeit, welche in der Pflanze wirkt, wahrscheinlich in allen ihren Bildungen den Lauf der Spirale verfolgt, sowohl bei der Bildung der einfachen Elementar-Organe, wie bei der Aneinanderreihung der zusammengesetzten Theile der Pflanze. Ebenso läfst es sich in allen Fällen nachweisen, dafs die neuen Bildungen fester

*) Physiologie der Gewächse. I. pag. 24.

Digitized by Google

Stoffe in den Pflanzen, durch beständige Anlagerung (Iuxtapositio) geschehen. Diese Resultate der neueren Pflanzen-Physiologie sind nicht als blofse Theorien anzusehen, sondern sie sind aus Tausenden von Beobachtungen gezogen, worin sich jene Aeufserungen des Pflanzenlebens mehr oder weniger klar vor Augen stellten; und gerade diese Beobachtungen sind es, welche wir eigentlich allein der Verbesserung der Mikroskope verdanken, welche dieselben seit den letzten 10 Jahren erfahren haben.

Erstes Buch.

Von dem Bau und den Verrichtungen der Assimilations- und Bildungs-Organe.

Erstes Capitel.

Specielle Darstellung über den Bau der Zellenwände.

Ehe wir zur speciellen Betrachtung über den Bau der Zellenwände übergehen, wird es nöthig sein, eine kurze Darstellung der Eintheilung des Zellengewebes nach den verschiedenen Formen zu geben, indem wir, im Verlaufe der Schrift, unsere Beobachtungen stets auf ganze natürliche Abtheilungen zu beziehen suchen werden. Eine solche Eintheilung habe ich in meiner Phytotomie (§. 38.) gegeben, und habe daselbst jene Eintheilung sehr speciell durchgeführt; hier wiederhole ich nur die Characteristik der hauptsächlichsten Gruppen, um mich über die Benennungen zu verständigen, welche im Verlaufe dieser Schrift in Anwendung gesetzt worden sind.

Das regelmäfsige Zellengewebe zerfällt in:

I. Merenchyma. Merenchym.

Aus sphärischen Zellen bestehend, welche sich bei

Digitized by Google

ihrer Vereinigung zum Zellengewebe nur theilweise berühren

A. In Hinsicht der Lagerung der Merenchym-Zellen giebt es:

1) Regelmäfsiges Merenchym.
2) Unregelmäfsiges Merenchym.

B. In Hinsicht der Form der Merenchym-Zellen giebt es:

1) Kugelförmiges Merenchym.
2) Ellipsoidisches Merenchym.

II. Parenchyma. Parenchym.

Die Zellen stehen mit horizontalen und vertikalen Flächen neben und übereinander.

A. Das Parenchym in Hinsicht der Form der Zellen.

Es zerfällt in:

1) Würflichtes Parenchym. Parenchyma cubicum.
2) Säulenförmiges Parenchym. Parenchyma columnale.
   a) Cylindrisches Parenchym. Parenchyma cylindricum.
   b) Prismatisches Parenchym. Parenchyma prismaticum.
3) Dodekaëdrisches Parenchym. Parenchyma dodecaëdrotum.
4) Sternförmiges Parenchym. Parenchyma stellatum.
5) Tafelförmiges Parenchym. Parenchyma tabulatum.

B. Das Parenchym in Hinsicht der Lage der Zellen.

1) Langgelagertes Parenchym, auch longitudinales Parenchym.
2) Horizontales Parenchym.

Es tritt auf als: Markgewebe, als Rindengewebe und als Markstrahlen.

3) Schiefgelagertes Parenchym.

Digitized by Google

III. Prosenchyma. Prosenchym.

Die Zellen sitzen mit schief abgeplatteten Grundflächen aufeinander.

IV. Pleurenchyma. Pleurenchym oder Faserzellen-Gewebe.

Sehr langgestreckte, dickhäutige Zellen, welche mit ihren Seitenflächen nebeneinander verbunden sind.

V. Spiralröhren.

Die Spiralröhren zählte ich früher, wie alle übrigen Phytotomen, einem eigenen Systeme von Elementar-Organen zu, doch in der vorliegenden Schrift glaube ich nachgewiesen zu haben, dafs sie dem Wesentlichen nach, ganz ebenso wie Zellen gebauet sind, demnach nur eine eigene Modification der Zellen in ihnen zu erkennen ist.

Gegen diese Eintheilung des Zellengewebes haben sich verschiedene Stimmen erhoben, so dafs ich versuchen mufs, die hauptsächlichsten Einwendungen, welche man dagegen macht, zu beseitigen. Zuerst hat sich Herr Mohl *) über diesen Gegenstand tadelnd ausgesprochen; er meint, dafs dergleichen Gruppen des Zellengewebes, wegen der vielen Uebergänge, in der Natur nicht begründet wären, und dafs man verleitet werden könne zu glauben, dafs den verschiedenen Zellenformen auch verschiedene Functionen zukommen. Der erste Einwurf möchte bei einer genaueren Betrachtung seine Kraft verlieren, denn wir glauben, dafs es die Beobachtungen bei einer jeden Pflanze ganz deutlich zeigen, wie dergleichen Gruppirungen des Zellengewebes wirklich in der Natur begründet sind. So auffallend, wie sich die langgezogenen Faser-Zellen von dem blasenförmigen Zellengewebe unterscheiden, so auffallend sind allerdings die Unterschiede nicht, welche sich zwischen dem säulenförmigen, dem cylindrischen und dem dodekaëdrischen Parenchym zeigen, doch das sternförmige und das tafelförmige Parenchym sind dagegen wieder höchst verschieden von einander und diese Formen sind doch sicherlich in

*) De palmarum structura. p. VI.

Digitized by Google

der Natur begründet. Ja man mufs sogar, wie es in der Folge nachgewiesen werden wird, den hauptsächlichsten Gruppen des Zellengewebes eine, in vieler Hinsicht sehr verschiedene Function zugestehen, wodurch auch der zweite Einwand ganz beseitigt wird, obgleich er, schon an und für sich, zur Bestreitung unserer Eintheilung des Zellengewebes nicht pafst, denn dabei ist nirgends von der Function der verschiedenen Zellengruppen die Rede gewesen.

Später hat Herr Treviranus *) die Benennungen, womit wir die verschiedenen Pflanzenzellen-Gruppen belegt haben, für willkührlich erklärt, weil sich in der Natur so viele Uebergänge zeigen. Allerdings sind die Benennungen willkührlich gewählt, wie es einem Jeden erlaubt ist, der unbenannten Gegenständen Namen giebt, doch die aufgeführten Zellengruppen sind dadurch nicht entstanden, sondern sie sind wirklich in der Natur vorhanden und durch mühsame, und oftmals wiederholte Beobachtungen hat man gesucht, dieselben durch besondere Charactere von einander zu unterscheiden. In Bezug auf die vielen Uebergänge, welche sich zwischen den verschiedenen Zellengruppen zeigen sollen, machen wir auf die Methode aufmerksam, nach welcher die Terminologie der Pflanzen begründet ist; man hat z. B. ein linienförmiges, ein lanzettförmiges, ein längliches, ein ovales und ein eirundes Blatt, und gewifs wird jeder Botaniker die grofse Menge von Uebergängen kennen, welche sich zwischen jenen Hauptformen zeigen, aber dennoch wird er diese Benennungen beibehalten um sich gegenseitig verständigen zu können. Mehrere Beispiele aufzuführen, um die Nothwendigkeit einer Kunstsprache auch für die Pflanzen-Anatomie darzuthun, wäre wohl überflüssig. Ich mache nur noch auf die systematische Botanik überhaupt aufmerksam, indem, wie es vielen Botanikern bekannt sein wird, zwischen den Arten einer und derselben Gattung oftmals so viele Ue-

*) Physiologie der Gewächse. I. p. 26 u. p. 31.

Digitized by Google

bergangsformen giebt, dafs mehrere Botaniker diese aufgestellten Arten nicht anerkennen wollen, und dennoch giebt man allen diesen Formen bestimmte Namen und unterscheidet sie, als wenn die Natur diese Arten auf das bestimmteste von einander geschieden hätte.

Eine mehr begründete Einwendung, welche man gegen meine Eintheilung des Zellengewebes machen könnte, wäre die in Bezug auf die Trennung des Merenchym's von dem Parenchym, indem man das Merenchym als sphärisches Parenchym bezeichnen, und die eine Gruppe kugelförmiges Parenchym, die andere ellipsoidisches Parenchym nennen könnte, wogegen sich nichts weiter sagen läfst, als dafs die Art der Aneinanderreihung, welche die sphärischen Parenchym-Zellen zeigen, in den Begriff des Parenchym's nicht hineinpafst.

Die Zellen des Pflanzengewebes werden, wie es schon vorhin angegeben wurde, durch eine zarte Membran gebildet, daher eine genauere Untersuchung dieses Gegenstandes für alle Gruppen des Zellengewebes vorangehen mufs.

Da die Zellenmembran, welche die geschlossenen Behälter (Zellen) bildet, ohne alle sichtbare Oeffnungen ist, so sind auch die Zellen ohne dergleichen; wenigstens sind bei unseren gegenwärtigen Vergröfserungen, welche in der That schon sehr bedeutend sind, noch keine Oeffnungen in den Wänden der Zellen zu beobachten, durch welche der Durchgang der Flüssigkeiten von Zelle zu Zelle stattfinden könnte. Man sieht zwar auf das Deutlichste, dafs ein solcher Durchgang durch die Wände der Zellen stattfindet, doch wir sind noch nicht im Stande, den Vorgang dabei ganz genau zu erklären.

Macht man z. B. aus einer frischen Kartoffel feine Schnitte und beobachtet dieselben unter dem Mikroskope, so wird man die Wände der einzelnen Zellen als eine feine, ungefärbte und wasserhelle Membran sehen, welche keine sichtbaren Oeffnungen zeigt, und dennoch gehen die

Digitized by Google

Flüssigkeiten mit grofser Schnelligkeit durch diese Membran hindurch. Im Inneren dieser Zellen der Kartoffel ist bekanntlich das Amylum in Form von Kügelchen abgelagert; benetzt man aber die Zellen mit einer Auflösung der Jodine, so werden die Amylum-Kügelchen im Inneren jener geschlossenen Zellen fast augenblicklichst blau gefärbt, wodurch der schnelle Durchgang eines Theiles der Jodine-Lösung durch die Zellenmembran erwiesen wird. Fast eben so schnell wirken die mineralischen Säuren durch die Zellenmembran hindurch, was man bei solchen Schnitten aus der Kartoffel nach Benetzung mit Salpetersäure, durch das Anschwellen der Amylum-Körner im Inneren der unverletzten Zellen erkennen kann.

Will man dagegen die Einwendung machen, dafs vielleicht an irgend einer Stelle die Wand der Zellen geöffnet sein kann, wodurch jene überaus schnelle Einwirkung der chemischen Agentien auf die Contenta der Zellen zu erklären wäre, so kann man sich durch folgenden Versuch von der Nichtigkeit dieses Einwandes überzeugen. Wenn man nämlich jene feinen Schnitte aus der Kartoffel, von denen vorher die Rede war, in flachen Glasschalen, wie z. B. in Uhrgläsern kocht und dann wieder beobachtet, so wird man einmal sehen, dafs sich die Zellen von einander getrennt und eine mehr sphärische, d. h. abgerundete Form angenommen haben, so dafs alle früheren Ecken und Kanten verschwunden sind, dann sieht man aber auch, dafs diese Zellen ganz mit gekochtem Amylum gefüllt sind, welches gewifs zu den Zellen hinausgetreten, wenn in den Wänden derselben irgend eine Oeffnung befindlich wäre. Wenn man diese gekochten Zellen der Kartoffel mit Jodine-Auflösung in Berührung bringt, so wird sogleich die ganze Masse, welche die Zellen vollkommen erfüllt, tief blau gefärbt, und nur die Membran der Zellen erscheint dann als ein durchsichtiger und ungefärbter Rand, welcher die blau gefärbte Masse umschliefst.

Das Mehlige einer gekochten Kartoffel entsteht durch

Digitized by Google

die Trennung der Zellen; im frischen Zustande derselben sind die Zellen, mit ihren anliegenden Flächen ziemlich fest verbunden; sie lösen sich aber aus dieser Verbindung durch Kochen, wie durch Fäulnifs u. s. w. *) Die Stärke jedoch, welche in der Kartoffel in so grofser Menge enthalten ist, findet sich bei der gekochten in einem aufgequollenen Zustande (als Kleister) im Inneren der einzelnen aber unzählbaren Zellen. Würde sich diese Membran, welche jene Zellen bildet, durch Kochen auflösen, so würde die gekochte Kartoffel ein unappetitliches, kleisterartiges Ansehen erhalten, was auch, im geringeren Grade, bei den sogenannten wässerigten Kartoffeln der Fall ist, und dieser Zustand besteht in einer geringeren Festigkeit der Membran der Zellen; vielleicht in einem gröfseren Wassergehalt derselben.

Die vegetabilische Membran, welche die Wände der Zellen bildet, ist im Allgemeinen ein zartes, gleichmäfsiges und wasserhelles Häutchen **), welches in den meisten Fällen ohne wahrnehmbare besondere Structur erscheint. In einigen Fällen zeigt es sich jedoch ganz deutlich, dafs die Zellenmembran aus äufserst zarten und spiralförmig gewundenen Fasern besteht, welche man zu jeder Zeit mit Leichtigkeit auseinander ziehen kann, um sich auf die Weise auf das Bestimmteste von dem Vorhandensein dieser Structur der Membran zu überzeugen. In der Fig. 6. Tab. IV. ist eine solche Zelle aus dem Blatt-Diachyme der Stelis gracilis nob. dargestellt; die feinen dunkeln Streifen, welche in paralleler Lage, spiralförmig gewunden über die Zellenwand verlaufen, sind die Vereinigungs-Linien der neben einander liegenden Fasern, welche nur leise mit einander befestigt sind. Dagegen bemerkt man an den Enden dieser Zellen ein vollkommenes Verwachsen und Verschmolzensein dieser Fasern, so dafs hier die Membran ganz gleichförmig, wie gewöhnlich erscheint.

---

*) S. Phytotomie. §. 23.

**) S. Grew, The Anatomy of Plants, etc. 1682. p. 64.

Digitized by Google

Wir werden später, wenn die verschiedenen Formen der Tüpfel abgehandelt sein werden, nochmals und ausführlicher darauf zurückkommen, hier bemerken wir nur noch, dafs sich ein ähnlicher, äufserst fein gestreifter Bau noch in unendlich vielen andern Fällen nachweisen läfst, wenngleich es nicht mehr möglich ist, die Membran in solche feine Fasern zu trennen. Auch ist es leicht einzusehen, dafs die Richtung der Faser in allen diesen Fällen um so schreger sein mufs, je mehr dergleichen nebeneinander liegen, und je breiter das, sich spiralförmig windende Band ist, welches dadurch gebildet wird. In solchen Fällen, wo die Membran aus einer einzelnen Faser gebildet wird, da verlaufen die einzelnen Windungen fast ganz vollkommen horizontal. Nach dem gegenwärtigen Zustande der Beobachtungen ist der Schlufs nicht mehr zu voreilig, dafs die Zellenmembran aus feinen spiralförmig gewundenen Fasern gebildet wird, welche meistentheils so innig mit einander verwachsen, dafs selbst im frühesten Zustande, nur noch selten einige Spuren davon übrig bleiben. In sehr vielen Fällen kann man jedoch, selbst noch im hohen Alter der Pflanze, die feinen Streifen in der Membran erkennen, welche offenbar nichts Anderes, als Ueberbleibsel von den feinen, mit einander verwachsenen Fasern sind, aus welchen die Membran bei ihrer Bildung zusammengesetzt wurde. Der schon vorhin angeführte Fall bei der Stelis, spricht für diese Annahme ganz deutlich, und wir werden später noch sehr viele andere Fälle anführen, wo die gleichmäfsig und structurlos erscheinende Membran durch geringes Auseinanderzerren in ein, spiralförmig sich windendes Band auseinander gezogen werden kann, wozu sich auch in Fig. 14. Tab. IV. eine Abbildung eines Wurzelhärchens von Epidendron elongatum befindet.

Diese Ansicht über die Structur der Zellenmembran, welche wir so eben vorgetragen, beruhet eigentlich auf ganz neueren Beobachtungen, obgleich Mehreres hierüber schon früher beobachtet, aber anders gedeutet worden ist.

Digitized by Google

Später werde ich alle diese Beobachtungen, welche unsere Ansichten über die Verwandtschaft zwischen Zellen und Spiralröhren so erfolgreich erweitert haben, einzeln aufführen und zu würdigen suchen. Hier möchte ich nur noch die Ansichten unserer älteren Phytotomen erörtern, welche über die Zusammensetzung der Pflanzenmembran aus Fasern gesprochen haben. Ich habe schon in der Phytotomie §. 18. die Bemerkung gemacht, dafs Grew *) die Ansicht hatte, dafs die Membran der Zellen aus Fasern zusammengesetzt sei. Wenn auch Grew's sehr dunkele Aeufserungen, welche an verschiedenen Stellen seines berühmten Werks zu finden sind, hierüber zuweilen eine doppelte Auslegung erlauben, so sprechen doch die angeführten Abbildungen, welche er hiezu gegeben hat, so deutlich, dafs man sich wundern mufs, wie Herr Treviranus **) das Gegentheil behaupten kann. Allerdings hat Grew noch besondere Ansichten über die Vereinigung der angeblichen Fibern hinzugefügt; die Fibern Grew's sind jedoch, nach den Beobachtungen aller Phytotomen, als nicht vorhanden anerkannt worden; und ich füge hier nur noch hinzu, dafs überhaupt von dem Allen, was Grew über die Zusammensetzung der Membran aus Fasern gesprochen und abgebildet hat, durchaus nichts, auch nicht eine Spur zu beobachten ist. Es giebt einige Pflanzen-Anatomen, welche die Schriften von Grew sehr genau gelesen haben und von Allem, was neuerlichst in der Pflanzen-Anatomie entdeckt worden ist, schon im Grew einige Spuren aufzufinden glauben; obgleich diese Schriftsteller gegenwärtig bestreiten, dafs Grew jene Ansicht über die Zusammensetzung der Pflanzenmembran aus Fasern ausgesprochen habe, so werden sie doch sicherlich die erste Spur meiner Ansicht, welche ich vorhin über den Bau der Zellenmembran anführte, sogleich auf Grew's Beobachtungen zurückführen wollen. Defshalb bemerke

*) Anat. of plants. p. 121. Pl. 40, 38 etc. pag. 76.
**) Physiologie der Gewächse. 1. p. 26 u. 33.

Digitized by Google

ich nochmals, dafs Grew's horizontal und vertikal verlaufende Fibern, woraus die Zellenwände einiger Pflanzen zusammengesetzt sein sollten, durchaus gar nicht vorhanden sind, und dafs auch in denjenigen Pflanzen, von welchen Grew über diesen Gegenstand spricht, nichts von jenen spiralförmig verlaufenden Fibern zu sehen ist, woraus nach den neueren Beobachtungen die Pflanzen-Membran zusammengesetzt wird.

Aehnlich der Grew'schen Ansicht ist eine, ebenfalls sehr dunkele Stelle, welche sich über diesen Gegenstand bei Moldenhauer sen. *) vorfindet, woselbst es heifst: „Retia subtilissima in tenui pellucida vesicularum membrana nectunt, et vix nisi optimis microscopiis conspici possunt."

Andere Botaniker glaubten dagegen, dafs die Zellenmembran aus Kügelchen zusammengesetzt sei und diese Idee wurde besonders von den Naturphilosophen aufgefafst, welche in diesen Kügelchen abgestorbene Monaden zu sehen glaubten. Wenn es nun allerdings auch wahr ist, dafs bei der Bildung der Zellenmembran zuweilen kleine Kügelchen sichtbar werden und mit einander verschmelzen, so sind doch in der ausgebildeten Membran dergleichen nicht zu beobachten. Ganz neuerlichst glaubt Herr Hartig **) die Beobachtung gemacht zu haben, dafs die Zellenmembran aus Bläschen bestehe, welche in der Richtung des Zellendurchmessers so zusammengedrückt sein sollen, dafs sie sich zu einer scheinbar einfachen Membran gestalten. „In den Ecken der Zellen" sagt Herr Hartig, „erhält sich bei schwächerem Drucke die blasige Bildung länger und deutlicher; woher es denn theilweise kommen mag, dafs wir sie im ausgebildeten Zellgewebe nur an den Scheidewänden der Zellen deutlich wahrnehmen."

---

*) De vasis plant. p. 16.

**) Abhandl. über die Verwandlung der polycotyledonischen Pflanzenzelle in Pilz- und Schwamm-Gebilde, etc. Berlin, 1833 pag. 7.

Digitized by Google

Hätte Herr Hartig nicht zugleich einige Abbildungen zur Erläuterung seiner Ansicht publicirt, so würde es schwer halten zu errathen, was derselbe unter diesen Bläschen, welche in den Scheidewänden der Zellen vorkommen sollen, verstanden hat, doch die Figuren 18, 19 und 20 seiner Schrift geben uns sogleich den erwünschten Aufschlufs, denn wir sehen daraus, dafs H. Hartig die dicken Stellen der Zellenmembran, welche jedesmal zwischen zwei Tüpfeln liegen, als Bläschen angesehen hat, woraus die Zellenmembran an den Kanten der Zellen zusammengesetzt sein sollte. Auch war dieser Gegenstand, schon mehrere Jahre vorher, durch Herrn Mohl abgebildet und richtig erklärt.

Die Zellenmembran ist gröfstentheils ungefärbt und mehr oder weniger durchsichtig; bei den vollkommeneren Pflanzen, als bei den Monocotyledonen und den Dicotyledonen ist dieses fast ganz allgemein, dagegen findet man unter den kryptogamischen Gewächsen ganze Familien, welche gefärbte Zellenmembranen aufzuweisen haben. So kann man eine braun gefärbte Zellenmembran bei den meisten Fucoideen, bei sehr vielen Laubmoosen und bei einem grofsen Theile der Jungermannien beobachten. Die braunen Zellen bei den Farrn sind schon lange bekannt, und es findet sich im Stamme der baumartigen Farrn, dafs das ganze Zellengewebe, sowohl das kurze, als das langgestreckte, eine mehr oder weniger tiefbraune Farbe zeigt, so wie auch alles Zellengewebe in den Stämmen der wahren, stämmigen Palme braungelblich oder ganz tief braun gefärbt auftritt. Doch auch bei den übrigen vollkommeneren Pflanzen finden sich viele Fälle, wo die ganze Holzmasse, noch häufiger aber die Rindenmasse mehr oder weniger dunkel gefärbt ist. In allen diesen Fällen liegt die Ursache der Färbung in der chemischen Zusammensetzung der Zellenmembran; von der Rinde einiger Pflanzen wissen wir, dafs ihre dunkele Färbung in einem gröfseren Gehalte an Kohlenstoff beruht, so dafs wir auf ähnliche Verhältnisse auch in andern Fällen schliefsen möchten.

Digitized by Google

Die schönen hellen Farben, welche die krautartigen Gewächse, so wie das Laub und die Blüthen der übrigen darbieten, sind nicht in der Färbung der Zellenmembran begründet; diese ist hier ungefärbt, aber die gefärbten Contenta der Zellen scheinen durch dieselbe, und geben dem ganzen Gewebe jene, oft so mannigfaltigen Farben, worüber später, wenn von dem Inhalte der Zellen die Rede sein wird, ausführlicher gehandelt werden soll. Zuweilen ist indessen nicht zu verkennen, dafs das stark färbende Pigment, welches im Inneren der Zellen abgelagert ist, auch auf die umschliefsende Zellenmembran eine geringe Färbung verursacht. Neuerlichst ist auch durch Herrn Roeper *) die wichtige Entdeckung bekannt gemacht, dafs die Membran, welche die äufseren Wände der Epidermis-Zellen (Cuticula) von Viscum album bildet, mit einer schönen grünen Färbung durchdrungen ist, dafs also in diesem Falle die Färbung nicht durch die Contenta verursacht wird, welche im Inneren der Zelle, also unter oder hinter der Membran gelagert sind. Herr Link hat eine solche Färbung der Cuticula bei den Blättern der Ruellia Sabini und am Blattstiele der Cycas revoluta beobachtet, doch diese Erscheinung kommt bei der Cuticula sehr vieler Pflanzen vor, und ganz aufserordentlich schön ist sie in den Blättern der Cycas- und Zamia-Arten zu beobachten. Unter besonderen Eigenthümlichkeiten tritt die grüne Färbung dieser Cuticula auf den Blättern des Phormium tenax auf, worüber später nochmals die Rede sein wird. Eine ausgezeichnet schöne orangerothe Färbung der Cuticula findet sich auf der bulbusartigen Anschwellung des Blattstieles mancher tropischer Orchideen; dem blofsen Auge erscheint dieser Körper mehr oder weniger goldgelb gefärbt, aber diese ganze Färbung liegt in der Färbung der Cuticula.

Die Zellenmembran ist gewöhnlich ein äufserst feines Häutchen, welches man, selbst nicht mit den feinsten In-

*) S. dessen Uebersetzung von De Candolle's Pflanzen-Physiologie, II. p. 713.

Digitized by Google

strumenten der Fläche nach theilen kann; indessen die Dicke der Zellenmembran ist, sowohl bei verschiedenen Pflanzen sehr verschieden, als auch in verschiedenen Zellen einer und derselben Pflanze. Dergleichen Pflanzen mit zartem und saftigem Gewebe haben nur äufserst feine Pflanzenmembranen aufzuweisen, doch findet man zuweilen im Inneren solcher feinhäutigen Zellenmassen auch einzelne, oder in mehr oder weniger grofsen Häufchen zusammengereihte Zellen liegen, welche mit dicken und äufserst festen Membranen versehen sind. Als Beispiel führe ich hier die Abbildung des Zellengewebes aus der verhärteten Substanz einer Winterbirne an, welche sich in Fig. 11. Tab. I. findet. In diesem Falle ist die Zellenmembran einzelner Zellen ganz aufserordentlich dick, während die der meisten nebenanliegenden Zellen sehr fein und zart, wie gewöhnlich ist. Etwas Aehnliches findet man auch nicht selten in dem feinhäutigen Zellengewebe der Rhipsalis- und überhaupt der Cactus-Arten, wovon Fig. 5. Tab. I. ebenfalls eine kleine Darstellung giebt. Die Membran dieser dickhäutigen Zellen ist öfters 6, 8 ja wohl 10mal dicker, als die Membran der angrenzenden Zellen. Auf das Vorkommen dieser dickhäutigen Parenchym-Zellen ist eigentlich erst durch Herrn Mohl *) aufmerksam gemacht worden, dagegen waren dergleichen dicke Membranen schon früher an den langgestreckten Holzzellen, besonders bei den Coniferen, so wie auch an den Faserzellen (den sogenannten Faser-Gefäfsen) der übrigen Pflanzen allgemein bekannt.

Herr Mohl beschrieb dergleichen aufserordentlich dickhäutige Parenchym-Zellen aus dem Marke der Hoya carnosa und der Banisteria auriculata, und gab hiezu in seinen beiden ersten Schriften verschiedene Abbildungen. Sie treten bald ganz einzeln in dem gewöhnlichen Parenchyme auf, oder was gewöhnlicher der Fall ist, in mehr oder weniger langen Reihen, oder auch in keinen Massen

*) Ueber die Poren des Pflanzen-Zellgewebes. 1828.

Digitized by Google

zusammenliegend. Die Verdickung der Wände ist hier durch Aneinanderlagerung neuer Schichten auf der innern Fläche der ursprünglichen Zellenwand so bedeutend geworden, dafs zuletzt die Höhle der Zelle fast ganz verschwindet, doch, von dieser Höhle aus, laufen die Tüpfel-Kanäle durch alle innern Schichten der dicken Wand, mehr oder weniger regelmäfsig radial nach der ursprünglichen Schicht der Zellenmembran, ganz ähnlich, wie es in Fig. 11. Tab. I. dargestellt ist. Durch diese Verdickung werden die Wände dieser Zellen sehr hart, oft ganz hornartig und selbst steinartig; in dem Marke der Hoya carnosa kann man diese Zellen durch ihre gelbbräunliche Farbe schon mit bloſsem Auge unterscheiden, und durch ihre Härte widerstehen sie oftmals mehr oder weniger dem Schnitte des schärfsten Messers.

Dergleichen Zellen kommen jedoch sehr häufig vor, ganz besonders bei den tropischen Schlingpflanzen und zwar nicht nur im Marke, sondern auch im parenchymatischen Gewebe der Rinde. Die sogenannte steinige Concretion, welche so häufig in der weichen Substanz der Winterbirnen auftritt, und diese oftmals ganz ungenieſsbar macht, besteht ebenfalls in nichts Anderem, als in der starken Verdickung der Wände jener Parenchym-Zellen. Hier treten nämlich die Zellen mit verdickten Wänden in sehr grofser Anzahl auf, oft kommen aber auch kleinere Gruppen derselben, von 3, 4 und mehr Zellen mitten in dem zarten Gewebe vor, und bei schwacher Vergröſserung glaubt man Krystallmassen vor sich zu haben, doch fällt es bei starker Vergröſserung und guter Beleuchtung nicht schwer, die Menge der Schichten zu erkennen, woraus diese Wände zusammengesetzt sind.

Die Art und Weise, wie dergleichen Zellen durch dauerndes Wachsthum so aufserordentlich dicke Membranen bilden, wurde ebenfalls zuerst durch Herrn Mohl gelehrt. Mit guten Vergröſserungs-Gläsern und bei heller Beleuchtung kann man beobachten, dafs dergleichen dicke Zellenmembranen aus einer gewissen Anzahl von feinen

Digitized by Google

Membranen gebildet werden, welche mehr oder weniger fest mit einander verbunden sind, und nur bei sehr sorgfältig gefertigten Schnitten, und vermittelst des einfachen Mikroskopes, von einander getrennt werden können. Bei den besonders dickhäutigen Faser-Zellen in dem Stamme der baumartigen Farrn und der Palmen, wo die Membran gelblichbraun und selbst ganz dunkelbraun gefärbt ist, da kann man auf feinen Vertikalschnitten diesen geblätterten Bau der Pflanzenmembran aufserordentlich deutlich sehen, ganz besonders wenn die Schnitte nicht zu fein angefertigt sind. In Fig. 7. Tab. I. sind dergleichen Zellen nach Querschnitten dargestellt, und in der Zelle aa sind auch die concentrischen Schichten gezeichnet, woraus die Wände zusammengesetzt sind. Bei diesen Zellen ist es mir auch zuerst gelungen, die verschiedenen feinen Schichten der Membran vermittelst feiner Messer und unter dem einfachen Mikroskope von einander zu trennen, so dafs so viele einzelne Ringe dargestellt wurden, als vorher Schichten zu sehen waren. Hat man diese geblätterte Structur der Membran erst an den dickhäutigen und gefärbten Zellen beobachtet, so wird man sie auch sehr bald an der ungefärbten Membran und zwar am leichtesten auf den Querschnitten wahrnehmen.

Ich führe hier noch mehrere Fälle auf, wo diese Zusammensetzung der Zellenmembran aus concentrischen Schichten ganz besonders leicht zu beobachten ist, und wozu auf beiliegenden Tafeln Abbildungen zu finden sind. In Fig. 8. u. 9. Tab. I. sind Querschnitte aus den dickhäutigen Faser-Zellen des Cactus grandiflorus dargestellt; man sieht hier nicht nur die concentrischen Schichten auf das deutlichste, sondern man bemerkt auch, dafs manche dieser Schichten stärker, andere dagegen schwächer ausgebildet sind, ganz ähnlich der verschiedenen Dicke und der verschiedenen Dichtigkeit, welche die Jahresringe eines Baumes bilden. In Fig. 10. ist eine Darstellung eben derselben Zellen nach einem Längenschnitte, und hier sind jene Schichten durch Längslinien bei aa ange-

Digitized by Google

deutet. In Fig. 4. eben derselben Tafel findet sich ein Querschnitt aus dem Blattstiele der Cycas revoluta dargestellt; hier zeigen die dicken Zellen b, b, b eine grofse Anzahl von Schichten in ihren Wänden, während es schwer fällt, diese Schichten in den, ebenfalls dicken Wänden der übrigen Parenchym-Zellen zu erkennen.

Dieses Wachsthum durch Anlage neuer und immer neuerer Schichten ist der starren vegetabilischen Substanz ganz eigenthümlich, während ein Solches bei dem Wachsthume der thierischen Gebilde fast niemals stattfindet. Bei der stärkeren Entwickelung der Zellenmembran legt sich die neue Schicht auf die innere Fläche der älteren Membran, und so wird mit der allmäligen Zunahme dieser Schichten die innere Höhle der Zelle immer kleiner und kleiner. Bei den Faser-Zellen in dem Holzkörper baumartiger Farrn, und hauptsächlich bei den Palmen, findet man in alten Stämmen gar nicht selten, dafs die Höhlen der Zellen, durch die Anlagerung einer grofsen Anzahl von feinen Schichten fast ganz und gar geschlossen sind; hier kann natürlich von einem Durchgange der Säfte nicht mehr die Rede sein, und man sieht auch, dafs an solchen Stellen, wo das Holz meistens eine Härte wie Horn und Elfenbein erlangt hat, dafs hier schon längst alles Wachsthum aufgehört haben mufs. Am bekanntesten war bisher ein solches schichtenförmiges Wachsen bei den Pflanzen in dem Holz- und in dem Rinden-Körper derselben, wo sich bekanntlich die neue Schicht unmittelbar an die alte legt, aber für die ganze Lebensdauer der Pflanze genau zu unterscheiden ist. In neueren Zeiten ist dagegen ein ähnliches schichtenförmiges Wachsen auch an den Amylum-Körnern beobachtet worden, welches wir später ausführlich kennen lernen werden. Dafs alle diese Schichten eine Folge der periodischen Erscheinungen der Vegetation sind, das sehen wir bei der Bildung der neuen Holzschichten ganz deutlich, denn deren Auftreten geschieht bei dem Erwachen der Vegetation, in der ersten Zeit des Frühjahres, und die Bildung derselben wird in der Mitte des

Digitized by Google

Sommers beendet. Hier sehen wir mit jeder Vegetations-Periode die Bildung einer einzigen Schicht erfolgen; ganz anders verhält es sich dagegen mit der Bildung der neuen Schichten, wodurch die Amylum-Körner und die Zellenmembranen allmälig vergröfsert werden. Man kann zuweilen in den dicken Membranen der Faserzellen, welche erst ein Alter von einigen Monaten aufzuweisen haben, schon eine ganze Reihe von feinen Schichten beobachten; in anderen Fällen bemerkt man in der Zellenwand der einen Zelle eine gewisse Anzahl von Schichten und in anderen Zellen, welche dicht daneben liegen, eine geringere Anzahl von Schichten, so dafs aus den bisherigen Beobachtungen noch nicht angegeben werden kann, zu welcher Zeit, und in wie viel Zeit die Bildung der einzelnen Schichten der Zellenmembran erfolgt. Dasselbe findet bei den Amylum-Körnern statt; auch an ihnen bemerkt man, selbst wenn die ganze Bildung, worin sie sich befinden, erst einige Monate alt ist, dafs einmal die Zahl der Schichten bei den einzelnen Körnern sehr verschieden ist, und dafs ihre Bildung, wenigstens wie es scheint, mit keiner bestimmten Zeitperiode zusammenhängt. Es ist übrigens gewifs, dafs sich viele der kleinen Amylum-Körner erst dann bilden, wenn andere schon sehr grofs sind, und eine grofse Zahl von Schichten zeigen. Noch will ich hier die Bemerkung machen, dafs bei den Amylum-Körnern die neuen Schichten auf die äufsere Fläche der älteren Schichten abgelagert werden, während das Entgegengesetzte bei der Zellenmembran statt findet.

Schliefslich führe ich hier noch die Bildung einer inneren Membran in dem Utriculus mancher Conferven auf, woselbst diese neue Bildung zugleich als Sporen-Behälter auftritt und, wie ich glaube, nichts Anderes, als eine neue Zellenschicht ist, welche mit der Fruchtbildung bei diesen Gewächsen zur vollkommenen Entwickelung kommt. Betrachtet man eine junge Conferve, z. B. eine Spirogyra princeps Link, so wird man an derselben aufser der einfachen, mit einer Schleimschicht äufserlich überzo-

Digitized by Google

genen Haut weiter keine dritte zu unterscheiden vermögen; wohl aber bemerkt man später, wenn sich die einzelnen Schläuche dieser Conferve behufs der Fruchtbildung trennen, dafs dann in jedem Utriculus noch eine innere, sehr zarte Haut sichtbar wird, welche alsdann die Sporenmasse einschliefst und für sich allein besteht, wenn sich die Schleimschicht und die äufsere Haut aufgelöst und von ihr getrennt haben.

In Hinsicht der Dichtigkeit und der chemischen Beschaffenheit ist die Zellenmembran ebenfalls nicht nur bei verschiedenen Pflanzen-Familien, sondern auch in verschiedenen Theilen einer und derselben Pflanze sehr verschieden, und vor Allem ist die Membran des Zellengewebes der niederen Cryptogamen, als der Pilze, der Flechten und der Tangen von denjenigen der vollkommeneren Pflanzen sehr zu unterscheiden. Die Zellenmembran der Pilze ist entweder ganz weich, gleichsam fett oder talgartig, wie z. B. in den Agaricis, oder sie ist dick und fest wie Leder. Bei den Flechten und in den Tangen ist die Zellenmembran gewöhnlich sehr dick, und durch anhaltendes starkes Kochen in Wasser vermag man sie gewöhnlich ganz in Gallerte umzuwandeln. Gröfstentheils bemerkt man auch schon an feinen Schnitten aus dem Gewebe der frischen Tangen und der Flechten, dafs gleichsam ein Theil der Membran noch gallertartig erscheint, wenigstens sieht man, dafs die Membran nicht in ihrer ganzen Dicke gleich dicht ist.

Bei den vollkommeneren Pflanzen ist die Zellenmembran im ausgebildeten Zustande mehr oder weniger fest und straff gespannt; auf ihre verschiedene Härte und ihre verschiedenen physischen Eigenschaften ist kaum noch aufmerksam zu machen nöthig, denn die grofsen Verschiedenheiten, welche sich z. B. zwischen der Baumwollen-Faser, der Hanf-Faser, der Membran der harten Holzzellen und der feinen Häutchen in dem zarten Gewebe saftiger Früchte zeigen, sind zu grofs, als dafs sie nicht allgemein bekannt sein sollten. Doch werden wir noch später hie und da

Digitized by Google

die Ursachen anzugeben vermögen, welche diese grofsen Verschiedenheiten hervorrufen.

Im feuchten Zustande zeigt sich die zarte Membran der vollkommeneren Pflanzen straff gespannt, doch ihrer Feuchtigkeit beraubt, dehnt sie sich aus und zeigt Runzeln *), welche wieder verschwinden, wenn man sie abermals befeuchtet, doch darf hiebei die Austrocknung nur bis zu einem gewissen Grade vor sich gegangen sein, war sie zu stark, so bleiben die Runzeln zurück. Herr Link macht schon am angeführten Orte auf den Unterschied aufmerksam, welchen in dieser Hinsicht die vegetabilische Membran und die thierische Faser zeigt, indem sich Letztere im trocknen Zustande verkürzt und im feuchten verlängert. Auch möchte derselbe jene Verkürzung der vegetabilischen Membran im feuchten Zustande dadurch erklären, dafs die Feuchtigkeit, indem sie in die Höhle der Zellen tritt, dieselben ausdehnt und dadurch verkürzt. Nimmt man aber an, was wir schon pag. 18. deutlich zu machen gesucht haben, nämlich, dafs die ganze Zellenmembran aus spiralförmig gewundenen Fasern besteht, welche in denjenigen Fällen, wo sie, selbst bei starken Vergröfserungen nicht sichtbar erscheinen, auf das Innigste mit einander verwachsen sind, so ist die Erklärung dieser Verkürzung der Zellenmembran noch leichter. Von der grofsen hygroskopischen Kraft der Spiralfasern kann man sich sehr leicht überzeugen; diese Faser zieht sich bei der Befeuchtung sogleich in ihre Windungen zusammen, sobald man sie vorher auseinander gezogen und getrocknet hatte, hiermit ist demnach eine Ausdehnung in die Breite mit einer Verkürzung in der Länge verbunden. Jene zu einer Membran verwachsenen Fasern, werden denn auch wohl diejenigen physischen Eigenschaften beibehalten, welche den einzelnen Fasern zukommen, und dann ist die Erklärung der Verkürzung der Zellenmem-

*) S. Link, Elementa phil. bot. p. 366.

Digitized by Google

bran in feuchtem Zustande keinen Schwierigkeiten unterworfen.

Von den mineralischen Säuren wirkt die concentrirte Schwefelsäure am zerstörendsten auf die Zellenmembran; nur die Membran, welche das Pollenkorn bildet, wird von der Schwefelsäure nicht zerstört, höchstens wird sie durch Einwirkung derselben gelblich oder bräunlich gefärbt. Die Ursache dieser sehr auffallenden Erscheinung ist noch nicht erklärt; die öl- oder wachsartige Masse, welche den Pollen so häufig überzieht, kann es nicht sein, denn auch nach Entfernung aller, davon möglichst vorhandenen Partikelchen, zeigt die Schwefelsäure dennoch ihre geringe Einwirkung auf die Pollen-Körner-Hüllen, ja selbst nach anhaltender Kochung in Schwefelsäure werden diese Hüllen nicht zerstört. Man kann in gewissen Fällen die concentrirte Schwefelsäure zur Zerstörung der Pflanzenmembranen gebrauchen, um auf diese Weise die festen mineralischen Substanzen zu sondern, welche in der Membran abgelagert sind. In solchen Fällen, z. B. wo in der äufsern Wand der Epidermis-Zellen Kieselerde abgelagert ist, da kann man diese, durch bloſses Kochen des Pflanzentheiles in Schwefelsäure, als ein ganz feines Blättchen absondern, welches dann meistens auf der Oberfläche des Wassers schwimmt; das Organische der Membran wird vollständig verkohlt.

Wir haben im Vorhergehenden zu zeigen gesucht, dafs die Zellenmembran gewöhnlich als ein gleichmäfsiges, wasserhelles Häutchen erscheint, welches ohne alle sichtbare Oeffnungen ist, durch welche etwa der Durchgang der Säfte von der einen Zelle zur anderen erklärt werden könnte. In anderen Fällen haben wir aber auch kennen gelernt, dafs diese Zellenmembran aus feinen, spiralförmig gewundenen Fasern besteht, welche bald mehr, bald weniger deutlich von einander zu trennen oder wenigstens in ihrer Verbindung noch zu erkennen sind. In aufserordentlich vielen anderen Fällen, bemerkt man dagegen an der Zellenwand noch eine andere, ganz besondere Eigen-

Digitized by Google

thümlichkeit, welche schwer zu deuten war und erst in den letzten Jahren richtig erkannt worden ist.

Wenn man nämlich eine Zelle der Art, wie sie in Fig. 5. Tab. I. aus Cactus alatus dargestellt ist, beobachtet, so bemerkt man, dafs an verschiedenen Stellen der Membran kleine, mehr oder weniger gleich grofse und regelmäfsige schattige Ringe erscheinen, und dafs im Innern dieser Ringe eine sehr kleine Oeffnung vorhanden zu sein scheint; man nannte diese Ringe defshalb Poren, und dergleichen Zellen, wo diese angeblichen Poren vorhanden waren, erhielten den Namen der porösen Zellen. Gegenwärtig belegt man diese Vorrichtung in der Membran der Zellen, deren wahren Bau wir sogleich näher angeben werden, mit dem Namen der Tüpfel, und dergleichen Zellen, welche diese Tüpfel aufzuweisen haben, werden getüpfelte Zellen benannt.

Hill *) scheint der erste gewesen zu sein, welcher die gewöhnlichen Tüpfel auf den Wänden einiger Zellen beobachtet hat. Er glaubte diese Tüpfel bei starker Vergröfserung als Erhöhungen beobachtet zu haben, welche in ihrer Mitte eine Oeffnung hätten. Herr Mirbel **) sprach sich über das Vorkommen der Tüpfel zuerst am deutlichsten aus, und er belegte sie mit dem Namen der Poren. Er beschreibt sie, dem gewöhnlichen Ansehen nach zu urtheilen, sehr genau, denn er sagt, dafs sie mit einem drüsigen Rande umgeben wären, wofür er offenbar den Schattenring erklärte, welchen man, bei der Beobachtung dieser Tüpfel in ihrer horizontalen Lage wahrnimmt. Doch im Innern dieses schattigen Ringes wollte Herr Mirbel noch eine kleine Oeffnung beobachtet haben. Später ***) gab Herr Mirbel selbst zu, dafs dergleichen Poren nur selten auf den Zellenwänden vorkämen, und dafs diese Wände meistens nicht porös wären. Ja ganz ähn-

*) Construction of timber. Lond. 1770. fol. pag. 16.
**) Hist. nat. gener. et partic des plantes etc. 1800. I. p. 57.
***) Exposition et Def. etc. 1808. p. 21.

Digitized by Google

lich hat sich Herr Mirbel noch in einer seiner neu
und berühmtesten Arbeiten, nämlich in der Schrift
die Structur der Marchantien *) ausgesprochen; er er
hierin an, dafs die Membran der Marchantien-Zellen
sichtbaren Oeffnungen habe, welche zum Durch
der Flüssigkeiten und der Gase dienen möchten,
setzt Herr Mirbel hinzu, in anderen Pflanzen exis
diese Poren in der Membran der Zellen ganz best
wo nämlich dieselbe durchlöchert oder gespalten
(„percées ou fendues"). Wir werden jedoch bald b
sen können, dafs Herrn Mirbel's Ansicht über den
der Tüpfel nicht die richtige ist. Schon lange vor d
Untersuchungen des Herrn Mirbel sprach J. H. D.
denhawer **) von dergleichen kleinen Oeffnungen, w
auf der Membran vieler Pflanzen ganz deutlich sich
wären, und ich kann nicht mehr zweifeln, dafs der
die Tüpfel damit meinte, welche auch von vielen and
Beobachtern für Poren erklärt wurden. Bei aller K
und bei der grofsen Verworrenheit, welche in jener Sc
des ältern Moldenhawer vorhanden ist, findet man in
selben auch Spuren von sehr feinen Beobachtungen.
gen Mirbel's Poren trat K. Sprengel ***) in Deutsch
auf; er erklärte jene Beobachtungen für Irrthümer, in
er glaubte gefunden zu haben, dafs jene angebliche P
nichts Anderes, als Bläschen wären, welche im Zellen
enthalten, also nur durch die Membran der Zellen du
schienen, und gar nicht in der Membran selbst ihren
hätten. Diese höchst unrichtige Ansicht war offenbar
ran Schuld, dafs dieser Gegenstand bis zur neuesten
mit so weniger Aufmerksamkeit behandelt wurde; Sp
gel's Ansicht wurde von den deutschen Phytotomen
allgemein angenommen, obgleich schon Bernhardi †)

*) S. Nouv. Ann. du Mus. 1832. pag. 115.

**) De vasis plantarum. 1779. pag. 21.: „An foramina ill
multorum membranis conspicua etc."

***) Anleitung zur Kenntniss der Gew. 1802. p. 99.

†) Ueber Pflanzengefässe, etc. pag. 36.

Digitized by Google

Mirbelschen Beobachtungen gegen Sprengel's falsche Erklärung in Schutz nahm. Diese Vertheidigung wurde lei der nicht sehr beachtet, da Bernhardi *) sich mehr für das Fehlen der Poren aussprach. Ja Herr Mirbel **) beklagte sich selbst, dafs man ihn in Deutschland, in Hinsicht der Poren eines so groben Irrthumes beschuldige; aber dennoch fand seine Ansicht fast gar keinen Eingang; denn man hielt jene Poren bald für Bläschen, bald für Schleim- oder Amylum-Kügelchen, welche im Zellensafte enthalten wären, oder auch für Rudimente solcher Bläschen, welche dann an der inneren Wand der Zellenmembran angewachsen wären, und das Resultat aller dieser Streitigkeiten war, dafs die Zellenmembran keine sichtbaren Oeffnungen zeige. Durch die Schriften der deutschen Phytotomen, besonders der Herren Link, L. Treviranus, Rudolphi, Sprengel und Kieser wurde diese Thatsache festgestellt, und sie hat sich auch, bis auf sehr wenige Ausnahmen, welche später angeführt werden sollen, als bewährt gezeigt, leider wurden hiebei jene Mirbelschen Beobachtungen unbeachtet gelassen, welche gegenwärtig zu äufserst interessanten Resultaten geführt haben.

J. P. Moldenhawer ***), welchen man gegenwärtig den Gründlichen zu nennen pflegt, obgleich er sehr viele, so höchst irrthümliche Ansichten in der Pflanzen-Anatomie verbreitet hat, glaubte in der Zellenmembran von Cycas revoluta und Sambucus nigra wirkliche Oeffnungen oder Poren entdeckt zu haben. Er sagt am angeführten Orte, dafs wenn man die inneren Zellen der Blattstiele von Cycas revoluta in Längenschnitten untersuche, so bemerke man in denselben zwar verschiedene Saftkügelchen, welche sogar in frischen Blättern etwas gefärbt erscheinen, aber zwischen denselben zeichnen sich einige sehr grofse, helle, durchaus flache Stellen aus, welche oft in

*) l. c. p. 73—74.

**) Exp. et Déf. p, 81. etc.

***) Beiträge zur Anatomie der Pflanzen. 1812. pag. 111—113.

Digitized by Google

die Quere oval, reihenweise geordnet und beinahe gleich weit von einander entfernt sind, und ihren Platz nie verändern. Trennt man eine solche Zelle durch Maceration in Wasser und bringt sie dann unter das Mikroskop, so sieht man durch solche Stelle, wie durch ein offenes Loch, die hintere Wand der Zelle hervorscheinen, und dadurch glaubt sich Moldenhawer zu der Annahme berechtigt, dafs jene besonderen Stellen wirkliche Oeffnungen wären. Ganz ähnlich werden dergleichen Erscheinungen auf den Zellenwänden im Marke des Hollunders beschrieben und für Oeffnungen erklärt. Herr L. Treviranus *) hatte schon früher diese merkwürdige Erscheinung an den Zellen der Cycas revoluta beobachtet, doch jene verschieden gestaltete Flecke auf der Membran der Zellen hatte er für Körner erkannt, welche im Inneren der Schläuche enthalten wären. Sprengel hielt die Flecke bekanntlich für die Anfänge neuer Zellen, welche später die alten Zellenwände zerrissen und neues Zellengewebe darstellten, was jedoch ganz grundlos war, und Herr Link **) erklärte diese Flecken ebenfalls für Kügelchen, welche sich jedoch, wie er hinzusetzt, in kochendem Wasser nicht auflösen lassen; auch sei es leicht, setzt er hinzu, dergleichen Körner für Poren zu halten.

Erst im Jahr 1828 wurde dieser, durch Moldenhawer in Anregung gebrachte Gegenstand durch Herrn Mohl ***) in klares Licht gesetzt; dieser genaue Beobachter, mit guten Instrumenten versehen, zeigte zuerst, dafs jene Flecken, welche Moldenhawer für Oeffnungen erklärte, weder Poren noch Körner sind, sondern, dafs sie in der Zellenmembran selbst ihren Sitz haben, und in einer plötzlichen Abnahme der Dicke der Zellenwände bestehen, also wahre Verdünnungen der Zellenmembran sind. Diese Ansicht stimmt denn auch genau mit der Beobachtung überein, und ich

*) Vom inwendigen Bau der Gewächse. 1806. p. 130.

**) *Elementa* philos. bot. p. 73.

***) *Ueber* die Poren des Pflanzen-Zellgewebes. pag. 12. etc.

Digitized by Google

habe in den Figuren 3. und 4. Tab. I. versucht, diesen Gegenstand durch Abbildungen darzustellen, wobei ich aber nicht verschweigen will, dafs, selbst bei sehr starken Vergröfserungen, es mir auf Querschnitten niemals gelungen ist, eine ganz klare Ansicht von den grofsen verdünnten Stellen der Zellenmembran zu erhalten, obgleich deren Dasein bei der horizontalen Ansicht, besonders mittelst Färbung durch Jodine, ganz deutlich hervortritt. Die kleineren Flecke, welche hie und da zerstreuet zwischen den grofsen stehen, haben stets einen starken schattigen Rand zur Einfassung, und diese erkennt man auf den Querschnitten sehr deutlich als kanalartige Vertiefungen in der Substanz der Membran, wie es auch in Fig. 4. Tab. I. bei e, e und f zu sehen ist. Diese kleineren Tüpfel scheinen es übrigens zu sein, welche Moldenhawer, wie wir es vorhin angeführt haben, als verschiedene Saftkügelchen angesehen hat, denn von diesen Saftkügelchen ist im Inneren jener Zellen nur sehr selten etwas zu beobachten *).

Die Tüpfel auf der Membran der Markzellen des Hollunders verhalten sich ganz ebenso, auch sie sind mehr oder weniger bedeutende Vertiefungen in der Substanz der Zellenmembran, und hier kann man sich von dieser Ansicht auf Querschnitten um so leichter überzeugen. Gewöhnlich sind auf den Zellen des Hollundermarkes die Tüpfel nur sehr klein; in älteren Stämmen findet man jedoch zuweilen einige, welche denen, auf der Membran der Cycas-Zellen an Gröfse und Form sehr ähnlich sind.

Eine besondere Aufmerksamkeit haben die Tüpfel auf der Membran der Zellen des Coniferen-Holzes auf sich gezogen, und zwar schon seit den frühesten Zeiten, aber dennoch sind die Ansichten darüber seit Malpighi **), welcher diese Tüpfel als halbrunde Geschwülste (subrotundos tumores) beschrieb, bis zum heutigen Tage bei den ver-

*) S. Phytotomie. 1830. pag. 120.

**) Opera omnia Ed. Lugd. p. 10. Tab. b. Fig. 25.

Digitized by Google

schiedenen Autoren noch nicht übereinstimmend. Ihren wahren Bau werden wir später, wenn die prosenchymatischen Zellen des Coniferen-Holzes näher beschrieben werden, genauer angeben, hier nur das Geschichtliche, in soweit es sich auf das Vorhandensein von Poren in der Zellenmembran bezieht und zur Darstellung des Gegenstandes nöthig ist. Herr Kieser *) und Moldenhawer **) beschrieben die Tüpfel, auf jenen Zellenwänden in dem Holze der Coniferen als Poren, und dadurch erhielten diese Zellen den Namen der porösen Zellen (Kieser), oder der porösen Gefäfse. Im Allgemeinen erscheinen diese Tüpfel, auf den Wänden der Coniferen-Zellen mit doppelten Kreisen bezeichnet, so dafs der Kleinere im Inneren gelegen ist, und die Pore nach Kieser und Moldenhawer andeuten sollte, während der äufsere Ring einen bedeutend gröfseren Kreis um den inneren beschreibt, wie es Fig. 1. Tab. III. zeigt. Diesen äufseren Ring hielt Moldenhawer für eine Erhebung der Wand des Gefäfses nach Aufsen; er besteht aber in einer Erhebung nach Innen, und in einem Auseinandertreten der Zellenwände, wie es in Fig. 2. und 3. Tab. III. zu sehen ist. Gegen das Dasein der Oeffnungen in der Mitte dieser grofsen Tüpfel, habe ich mich in der Phytotomie, so wie in der Schrift über den Inhalt der Pflanzen-Zellen ausgesprochen, doch hielt ich damals diese Tüpfel für Wärzchen, also für Verdickungen der Zellenmembran, wodurch, wie ich glaubte, die Entstehung solcher äufseren Schattenkreise zu erklären wäre, was aber nicht richtig war. Wenige Thatsachen in der Pflanzen-Anatomie möchten gegenwärtig fester stehen, als die, dafs diese Tüpfel nicht durchlöchert sind, sondern auch hier ist der kleine Tüpfel eine verdünnte Stelle der Zellenmembran.

So verschwanden denn die früheren Ansichten über die Poren in der Zellenmembran immer mehr und mehr,

*) *Mém. sur l'organisat. des plantes. Supplément.* pag. 302.
**) *Beiträge* etc. pag. 289.

Digitized by Google

doch die Zahl der Beobachtungen über das Vorkommen der getüpfelten Zellenmembran mehrte sich höchst auffallend. Mit besonderem Fleifse ist dieser Gegenstand von Herrn Mohl*) bearbeitet worden, und obgleich er die Tüpfel zuerst für Löcher, oder wenigstens den Löchern sehr täuschend ähnlich hielt, was er schon im darauf folgenden Jahre **) wiederrief, so hat Herr Mohl dennoch durch die Entdeckung mehrerer, höchst auffallender Formen, unter welchen diese Tüpfel bei verschiedenen Gewächsen auftreten, diesen Gegenstand fast ganz ins Reine gebracht.

Wenn nämlich die Zellenwand nicht besonders dick ist, wie man es gewöhnlich findet, so zeigt sich der Tüpfel auf seiner Durchschnittsfläche als ein schmales, in die Substanz der Membran hineinlaufendes Grübchen, wie es in Fig. 2. Tab. I. zu sehen ist, wo das getüpfelte Parenchym aus dem Fruchtstiele des Kürbis dargestellt ist. a b ist die Vereinigungslinie der Wände beider, neben einander liegender Zellen e e und f f, und auf der Durchschnittsfläche dieser Wände bemerkt man bei c, c und d kleine, in die Substanz der Membran eindringende Grübchen von sehr regelmäfsiger Gestalt, welche die durchschnittenen Tüpfel sind, die sich hier, auf den nebenanliegenden Wänden der Zellen e e und f f, als horizontal verlaufende Streifen in der Ansicht von Vorne zeigen; bei g g haben sie schon mehr die Form gewöhnlicher Tüpfel. Tritt nun die Membran der Zellen dicker auf, als in dem angeführten Falle, so wird auch diese vertiefte Stelle, welche den Tüpfel in der Substanz der Membran bildet, immer länger, so dafs man dieselbe sehr passend mit dem Namen eines Kanales: also Tüpfel-Kanal belegen kann. In Fig. 5. Tab. I. sieht man schon in der Abbildung aus dem Parenchym vom Cactus alatus dergleichen Zellen mit dicken

*) Ueber den Bau und das Winden der Ranken und Schlingpflanzen. Tübingen 1827.

**) S. Ueber die Poren der Pflanzen-Zellen. 1828.

Digitized by Google

Wänden, wo die Tüpfelkanäle deutlicher verlaufen, aber schmaler, als im vorhergehenden Falle sind, da auch der Tüpfel, von Vorne gesehen, wie er in den Zellenmembranen bei c, d und e aufgezeichnet ist, hier viel kleiner, als in den Parenchym-Zellen der Kürbis-Pflanze ist. Noch bedeutend dicker ist die Membran der Parenchym-Zellen in Eriophorum vaginatum, wovon in Fig. 5. Tab. II. eine Darstellung gegeben ist. Die hintere Wand der Zellen f ist hier mit Tüpfel bedeckt, und auf dem Durchschnitte dieser dicken Zellenwände sind überall, in grofser Anzahl, die Tüpfel-Kanäle in ihrem ganzen Verlaufe zu erkennen; doch sieht man hier ebenfalls sehr deutlich, dafs die Tüpfelkanäle nicht durch die ganze Zellenwand verlaufen, sondern in der Nähe des äufseren Randes blind enden. Da nun die Verdickung dieser Zellenwände, wie wir es auf pag. 25. nachgewiesen haben, durch Aneinanderlagerung neuer Schichten stattfindet, so sind alle die inneren Schichten der Membran durch die Tüpfel-Kanäle wirklich durchbrochen, nur die äufserste oder auch zuweilen die äufsersten Schichten der Zellenwand sind von dem Tüpfel-Kanale nicht durchbrochen, und daher stehen diese nebeneinander liegenden Zellen durch jene Tüpfel nicht in offener Communication, aber wohl wird die Communication durch die Tüpfel-Kanäle erleichtert, besonders dadurch, dafs gröfstentheils der Tüpfel-Kanal in der Wand der einen Zelle auf einen Tüpfel-Kanal in der daneben liegenden Wand stöfst, so dafs es oftmals erscheint, als wenn die beiden, den nebeneinanderliegenden Wänden angehörigen Tüpfel-Kanäle in offener Verbindung stehen; doch vielfach wiederholte Beobachtungen lehren, dafs dieses nicht stattfindet, indem die äufsere Schicht der Zellenwand fast jedesmal undurchbrochen ist.

Wie auch die Zeichnungen auf Tab. I. und II. zeigen, so ist es ziemlich ganz allgemein, dafs die Tüpfel-Kanäle in den, nebeneinander liegenden Zellenwänden mit einander gleichsam correspondiren, eine Erscheinung, welche ebenfalls zuerst durch Herrn Mohl beobachtet wurde.

Digitized by Google

Auch Herr Unger *) macht darauf aufmerksam, dafs diese Verdünnungen (Tüpfel-Kanäle) der Zellenwände von beiden Seiten an denselben Punkten zusammentreffen, wodurch selbst die beträchtlichste Dicke der Scheidewände unbedeutend und der natürliche Zustand gleichsam gar nicht überschritten wird. Dieses Correspondiren der Tüpfel in nebeneinander liegenden Zellenwänden ist jedoch nicht allgemeine Regel; es kommen einmal, sowohl in solchen Zellenwänden einzelne Tüpfel vor, welche mit anderen Zellenwänden ohne correspondirende Tüpfel verbunden sind, als auch in solchen Wänden, welche frei liegen, und zum Beispiel unmittelbar einen erweiterten Intercellulargang bilden helfen, wie es bei e Fig. 6. Tab. I. zu sehen ist.

Sind die Wände der Zellen noch dicker, als in den angeführten Fällen, so erscheint das Auftreten der Tüpfel-Kanäle, immer interessanter, und es kommt nicht selten vor, dafs sich diese Kanäle in der Substanz der Membran förmlich verästeln, wie man es bei b in Fig. 7. und bei c, c, in Fig. 11. 2. Tab. I. sehen kann. In dieser letztern Figur sind jene dickhäutigen Zellen dargestellt, welche die sogenannten steinigen Concretionen in dem Parenchyme der Winterbirnen bilden. In der Zelle 1. und 2. sind die hinteren Wände a, a zu sehen, und diese sind mit den kreisrunden Tüpfeln bedeckt, während in den Durchschnittsflächen der Seitenwände die concentrischen Schichten und die durchschnittenen Tüpfel-Kanäle zu sehen sind. In den Wänden der beiden Zellen bei 3, sieht man das Correspondiren dieser Kanäle, und bei c, c in 1. und 2. sind auch die verästelten Kanäle vorhanden. In den dickhäutigen Faser-Zellen aus dem Stengel von Cactus grandiflorus, welche gleichsam die Bast-Zellen dieser Pflanze darstellen, sind die Kanäle in den Wänden sehr fein und strahlenförmig, von dem Höhlenrande der Zelle nach dem Umfange verlaufend und auch hier mit

*) Flora v. 1832. 7. Oct.

Digitized by Google

dem Tüpfelkanal der nebenanliegenden Zellenwand correspondirend. Deutlicher sind jene Tüpfelkanäle auf den Längenschnitten dieser Zellen zu sehen, wie sie in Fig. 10. Tab. I. abgebildet sind. g, g sind die Kanäle in der durchschnittenen Zellenwand b a, und diese stofsen auf die Tüpfel-Kanäle f, f der Zellenwand a c.

Sehr merkwürdig sind die Tüpfel in den dicken Wänden der Parenchym-Zellen sowohl durch ihre Form, als durch ihre aufserordentliche Gröfse, bei dem Cactus grandiflorus. Es liegen hier, dicht unter der Epidermis des Stengels dieser Pflanze, etwa 2—3 Schichten von dickwandigen Zellen, welche diese grofsen Tüpfel in so grofser Anzahl zeigen, dafs die Zellen dadurch ein ganz eigenthümliches Ansehen erlangen, wie es in Fig. 1. Tab. I. dargestellt ist. Die Zelle k, k, deren äufserer Rand durch die zarten Linien l, l, l, l angedeutet ist, zeigt in ihrer dicken Wand mehrere, mehr oder weniger grofse Vertiefungen, als bei i, i, i, i, u. s. w. und diese Vertiefungen correspondiren mit andern Vertiefungen auf der angrenzenden Zellenwand. In den neben einander liegenden Zellen m, m und n, n ist dieses ganz besonders deutlich an den Zwischenwänden l, l zu sehen; hier sind p, p, o, o die Vertiefungen und q, q, q die übrig gebliebenen dicken Stellen der Zellenwände. Alles dieses spricht dafür, dafs wir hier ebenfalls mit dergleichen Tüpfel-Kanälen zu thun haben, welche aber eine Gröfse erlangt haben, wie sie bis jetzt noch bei keiner anderen Pflanze beobachtet worden ist. Dafs bei einem solchen Baue der Zellenwände der Durchgang der Flüssigkeiten und der Gase sehr erleichtert wird, fällt klar in die Augen.

Ein sehr merkwürdiges Verhältnifs in Hinsicht des Vorkommens, zeigen die Tüpfelkanäle in dem sternförmigen Zellengewebe von Eriophorum vaginatum, wozu wir auf die Abbildung in Fig. 7. Tab. II. verweisen. Bei diesem Gewebe, welches in einer einfachen Lage flächenförmig aneinander gereihter Zellen besteht, findet die Verbindung der nebeneinander liegenden Zellen durch die Endflächen

Digitized by Google

sich nicht nur auf die Länge des Kanales, welche von der Dicke der Zellenwände abhängig ist, sondern auch auf die Form des Anfanges und des Endes desselben. Herr Valentin hat hierüber allgemeine Regeln aufzustellen gesucht, doch möchten sich in allen den, von ihm angegebenen Fällen so viele Abweichungen nachweisen lassen, dafs die Regel schwer festzuhalten sein würde. Herr Valentin *) nennt den Tüpfelkanal noch immer Porenkanal, und bringt mehrere Benennungen in Vorschlag, welche sich auf die verschiedenen Theile des Tüpfels beziehen, so nennt er die Mündung des Tüpfelkanales, womit derselbe mit der Höhle der Zelle in offener Verbindung steht: Eingangstrichter, und es ist auch durch Beobachtungen zu bestätigen, dafs die Mündung des Kanales fast immer, mehr oder weniger trichterförmig gestaltet ist. Das geschlossene Ende des Tüpfelkanales nennt Herr Valentin: Lückentrichter, eine Benennung, welche auf einer irrthümlichen Ansicht über den Bau des Tüpfels und des Hofes auf den Zellenwänden des Coniferen-Holzes beruht, worüber später eine Nachweisung erfolgt. Wenn man auf den beiliegenden Tafeln die Abbildungen der Tüpfelkanäle betrachtet, so wird man das Ende derselben so einfach finden, dafs es keine besondere Benennung bedarf. Nur zuweilen ist das Ende des Tüpfelkanales etwas breiter, als das Lumen des Kanales, und dieses breitere Ende wird nur durch die äufserste Schicht der Zellenmembran geschlossen. Dieses Ende des Tüpfelkanales ist eigentlich der Anfang des Tüpfels, denn hier trat derselbe zuerst auf, und durch Anlagerung neuer Schichten der Wände, wurde derselbe immer länger und länger nach seiner trichterförmigen Oeffnung zu.

*) Ueber die verschiedenen Formen des Porenkanales in den porösen Zellen und Gefässen. l. c. p. 87.

Digitized by Google

Zweites Capitel.

Ueber den spiralförmigen Bau, welcher in den Wänden der Parenchym-Zellen in so aufserordentlich vielen Fällen mehr oder weniger deutlich hervortritt.

Schon vorhin (p. 19.) habe ich darauf hingedeutet, dafs die Zellenmembran aus spiralförmig sich windenden, feinen Fasern zusammengesetzt sei, und hier werden wir diesen Gegenstand noch näher erörtern, so wie den Zusammenhang auseinander setzen, welcher zwischen dem Erscheinen der Tüpfel und dem Laufe jener spiralförmigen Fasern auf das Genaueste zu beobachten ist.

Wir haben bisher kennen gelernt, wie die Zellenmembran durch Anlagerung neuer Schichten wächst; doch in sehr vielen, ja wohl in den meisten Fällen, findet die Verdickung der Zellenwände nicht statt, und es bleibt dann immer die ursprüngliche Zellenhaut zurück. Wenn wir nun den spiraligen Bau beobachten wollen, welchen die Parenchym-Zellen so häufig zeigen, so ist es wesentlich zuerst zu wissen, ob die Zellenmembran blofs aus der ursprünglichen Schicht bestehe, oder ob sie durch Anlagerung neuer Schichten verdickt ist, denn die Möglichkeit ist durch Beobachtungen nachgewiesen, dafs sich der Bau in diesen verschiedenen Schichten verschieden darstellt.

Wir betrachten zuerst eine Reihe von solchen Fällen, wo die Zellenwände aus der ursprünglichen Zellenmembran bestehen, und wo diese mehr oder weniger deutlich ihre spiralförmige Structur nachweist. Ich habe schon früher pag. 18. die Pflanze aufgeführt, wo die Zusammensetzung der Zellenmembran am deutlichsten zu beobachten ist; es ist eine neue Stelis-Art, welche ich aus den Wäldern von Luçon mitgebracht habe. Alle Parenchym-Zellen dieser Pflanze, welche unter der Epidermis liegen, zeigen auf ihren Wänden ungemein feine, spiralförmig sich

Digitized by Google

windende Streifen, und diese entstehen durch Aneinanderlagerung der Windungen feiner viereckiger Spiralfasern, welche zu 10 und zu 12 nebeneinander liegen, und in Form eines breiten Bandes verbunden sind, welches sich spiralförmig um einen cylindrischen Raum, die Zellenhöhle nämlich, windet und diesen ganz genau einschliefst. Wenn man eine solche zarte und noch unverletzte Zelle dieser Pflanze mit Hülfe des einfachen Mikroskopes etwas zerrt, so geht das spiralförmig gewundene Band aus seinen Verbindungen, und bei der leisesten Bewegung gehen auch die feinen Fasern von einander, woraus dieses Band besteht. Bei hinreichender Vergröfserung kann man diese Trennung so weit verfolgen, dafs man das Gesondertsein der einzelnen Fasern mit Bestimmtheit erkennen kann; keine Spur einer umschliefsenden Substanz und keine Spur einer zerrissenen Membran ist hier an den Rändern der Fasern zu beobachten. In den Blättern und in den Bracteen dieser Pflanze sind die Zellen besonders lang und schön geformt, und in ihrem ganzen Verlaufe, bis zu den Enden hin, zeigen sie die unverwachsenen spiralförmigen Fasern, woraus die Wände zusammengesetzt sind. Man sehe hiezu Fig. 5. und Fig. 6. Tab. IV., woselbst die Zeichnungen von den Zellen eines Blattes nach einem getrockneten Exemplare angefertigt sind. Da diese Zellen durch den Druck bei dem Trocknen der Pflanze zusammengepreſst sind, so beobachtet man ein Kreuzen der Fasern, was durch die, auf der unteren Wand der Zelle in entgegengesetzter Richtung verlaufenden Windungen der Spiralfasern veranlafst wird. Nur an denjenigen Stellen, wie z. B. an den Enden bei a, a, wo sich die nebeneinander liegenden Zellen gegenseitig drücken, da sind die Spiralfasern mit einander verwachsen, und hier zeigt sich die gleichmäfsige Membran, welche, wie gewöhnlich, structurlos erscheint. Mehrere andere Zeichnungen sind hiezu, besonders von den kurzen Parenchym-Zellen dieser Pflanze auf Tab. IX. A. zu meiner Harlemer Preisschrift zu finden.

Digitized by Google

In Fig. 7. Tab. IV. findet sich eine kleine Stelle aus einer Wand von Fig. 6. nach einer 540maligen Vergröfserung dargestellt, man beobachtet hier ganz deutlich die breiten Fasern (a, a), welche mit ihren Rändern, die sich als zwei schattige Streifen (b, b) zeigen, nebeneinander liegen. Die Faser c theilt sich sogar in zwei, parallel nebeneinander verlaufende Fasern.

Die langgestreckten Parenchym-Zellen, welche in der Nähe der wahren Spiralröhren dieser Stelis liegen, sind wie gewöhnlich etwas dickhäutig und getüpfelt, wenn man aber viele derselben beobachtet, so wird man gewifs wenigstens einzelne Stellen finden, wo die Zusammensetzung der Zellenwände aus jenen Spiralfasern noch ganz deutlich zu erkennen ist, während die Fasern an den übrigen Stellen der Zellen zusammengewachsen sind, wobei die Membran mit Tüpfel bedeckt erscheint.

Nur an den Zellen der Epidermis, welche die Blätter und den Stengel dieser Pflanze umkleidet, ist keine Spur von jener faserigen Structur zu beobachten, dagegen zeigen diejenigen Zellen, welche die weifse, pergamentartige Hülle der Luftwurzeln dieser Pflanze bilden, gleichfalls die spiralen Streifen, doch sind dieselben hier schon so stark verwachsen, dafs sie sich nicht mehr in einzelne Fasern auseinander ziehen lassen; hier wird man aber wohl nicht mehr zweifeln dürfen, dafs die spiralen Linien an den Wänden dieser Zellen nichts Anderes, als die Fasern bedeuten, woraus die Wände der inneren Parenchym-Zellen zusammengesetzt sind. Daher wird es ganz natürlich erscheinen, wenn wir gleiche Erscheinungen, die sich bei anderen Pflanzen zeigen, auf eben dieselbe Weise deuten. Ich meine hiermit das Vorkommen dieser spiraligen Streifen auf den Zellenwänden, welche die Luftwurzeln umkleiden, worüber ich die ersten Beobachtungen im Jahre 1828, in meiner Schrift über den Inhalt der Pflanzen-Zellen bekannt machte, doch erst gegenwärtig glaube ich jene Erscheinung richtig zu deuten.

Bei den Luftwurzeln der Gattungen Pothos, Epiden-

Digitized by Google

drum, Vanilla und überhaupt bei vielen parasitischen Orchideen, wird die äufsere Rinde durch eine dünne, pergamentartige Schicht von mehr oder weniger weifser und glänzender Farbe gebildet; eine Erscheinung, worüber Hr. Dutrochet *) und Hr. Link **) näheren Aufschlufs gegeben haben. Die Wände der Zellen dieser weifsen Rindenschicht zeigen spiralförmig gewundene Streifen von aufserordentlicher Zartheit und in grofser Menge; auch hier sind es 15—20, welche parallel neben einander liegen. In Fig. 1. Tab. XI. meiner Phytotomie ist ein Vertikalschnitt aus der Luftwurzel von Epidendrum elongatum abgebildet; a a a a ist daselbst die pergamentartige Schicht, deren Wände die spiralförmig verlaufenden Streifen zeigen. In Fig. 2. daselbst ist ein Längenschnitt aus dieser Rindenschicht dargestellt; der Schnitt wurde in der Gegend von g g Fig. 1. geführt. Früher habe ich diese spiraligen Streifen als Spiralfasern gedeutet, gegenwärtig habe ich jedoch durch Anwendung stärkerer Vergröfserung erkannt, dafs es nur die Vereinigungs-Linien der nebeneinander liegenden Windungen der Fasern sind, woraus die Zellenwände, ganz wie bei der Stelis zusammengesetzt werden. Auf den Seitenwänden dieser Zellen, wo der Druck durch gegenseitige Verwachsung offenbar stärker wirkt, da ist oft keine Spur mehr von diesem Baue zu beobachten, oft aber sind noch einzelne, ziemlich unregelmäfsig verlaufende Streifen zu bemerken.

Wir haben im Vorhergehenden kennen gelernt, dafs sich die feinen Fasern, woraus die Zellenmembran zusammengesetzt ist, in den angegebenen Fällen wenigstens, in Form eines Bandes aneinanderreihen, und dafs man nicht nur dieses Band aus seinen aneinander gelagerten Windungen, sondern auch die einzelnen Fasern, woraus das Band besteht, von einander ziehen kann. Gegenwärtig wollen wir einige Fälle betrachten, wo sich die Zellen-

*) Mém. d. Mus. Tom. VII. pag. 393.
**) Elem. phil. bot. pag. 395.

Digitized by Google

membran nur in Form des spiralförmig verlaufenden Bandes auseinander ziehen läfst. Die Gegner meiner Ansicht, welche ich hier über die Structur der Zellenmembran ausgesprochen habe, werden es für zu gewagt halten, wenn man auch in diesem Falle die Zusammensetzung des Bandes aus feinen, aber verwachsenen Fasern annimmt, da diese Zusammensetzung noch nicht beobachtet ist. Ich finde indessen diesen Schlufs sehr natürlich, und gegenwärtig hat ihn mir die Erfahrung auch bestätigt.

Die Erscheinung, von welcher hier die Rede ist, findet nämlich bei den gegliederten und ungegliederten Haaren mancher Pflanzen statt, und ist daselbst eigentlich von Herrn R. Brown zuerst beschrieben worden, obgleich seine Deutung derselben mit der meinigen nicht übereinstimmt. Herr R. Brown hält nämlich dergleichen Zellen für äufserlich liegende Spiralröhren, obgleich sich, wie ich glaube, ihre Zellennatur ganz deutlich nachweisen läfst. Herr R. Brown fand solche ungegliederte Haare mit spiraliger Structur auf den Luftwurzeln von Renanthera coccinea, auf der Corolla einiger Ceropegia-Arten und in der Wolle einiger Mammillarien und Melocactus-Arten. „In ihrem natürlichen Zustande" sagt Herr Brown*) „zeigen sie in den meisten Fällen kaum eine Spur von spiraliger Structur; aber die Membran, woraus sie bestehen, ist elastisch genug, um sich auszudehnen, und zugleich fast auf das Doppelte die Länge des Röhrchens aufrollen zu lassen. Sie bildet dann ein breites, linienförmiges und spiralförmig von der Rechten zur Linken gedrehtes Band etc."

Ich untersuchte bald darauf die Luftwurzeln der Renanthera coccinea, und fand ihre weifse Hülle ebenso gebauet, wie die der Luftwurzeln von Epidendrum und Pothos, doch die Haare mit gedachter Structur, konnte ich auf den lebenden Exemplaren dieser Pflanzen, welche im

*) Ergänzende Beobachtungen über Orchideen und Asclepiadeen Juli 31. 1833. In R. Brown's vermischten Schriften. Herausgeg. v. Nees v. Esenbeck. V. pag. 451.

Digitized by Google

botanischen Garten zu Berlin gezogen werden, nicht vorfinden. Erst nach langem Suchen fand ich auf einer dieser Luftwurzeln eine kleine, genau begrenzte Stelle, welche eine grünliche Färbung zeigte und etwas erhaben war; die Untersuchung dieser Stelle ergab, dafs daselbst die obere Wand der kleinen Zellen in Form eines kleinen, und sehr kurzen Haares ausgewachsen war, welches noch immer die 4eckige Basis, ganz nach der Form der Zelle aufzuweisen hatte. Indessen an diesem kleinen Härchen war die spiralige Structur noch nicht zu beobachten. Nach fortgesetzten Untersuchungen fand ich jedoch solche Härchen an den Wurzeln verschiedener parasitischer Orchideen, welche ich aus den tropischen Gegenden mitgebracht hatte, und an diesen Härchen war die Zusammensetzung aus einem spiralförmig gewundenen Bande ganz deutlich zu erkennen; doch selten, oder fast niemals gelang es, dafs das Haar in seiner ganzen Länge auseinander zu ziehen war. Auf Tab. IV. Fig. 14. findet sich eine Abbildung eines Haares von der Luftwurzel von Epidendrum elongatum; die Membran ist in das spiralförmige Band auseinander gezogen, woraus dieselbe besteht, und an einer Stelle bemerkt man auch die Trennung einiger Fasern, woraus das breite Band wieder zusammengesetzt ist, obgleich hiervon durch inniges Verwachsen dieser Theile vorher nichts zu beobachten war.

Mit eben demselben Interesse untersuchte ich die Haare der Melocacten und der Mammillarien, wozu mir der botanische Garten zu Berlin eine so aufserordentliche Menge von Material darbot. Ich fand hiebei, dafs eine sehr grofse Verschiedenheit in der Structur dieser Haare zu beobachten ist, dafs aber häufig und, wie ich glaube, am gewöhnlichsten die Haare der Cacten aus einfachen gegliederten Zellenreihen bestehen. Fast immer sind diese Haare platt gedrückt, so dafs sie gleichsam ein Band darstellen, und dieses Band zeigt nicht selten mehrere spiralförmige Drehungen. Diese plattgedrückten Haare, mögen sie gegliedert oder ungegliedert sein, lassen sich mit Hülfe

Digitized by Google

eines einfachen Mikroskopes in ein breites spiralförmiges Band auseinander ziehen, wie es die Figuren 31. 32. und 33. Tab. IX. B. meiner Harlemer Schrift von Cactus cylindricus zeigen; ja zuweilen geschieht diese Trennung der spiralförmigen Windungen in Folge des Alters von selbst, was aber doch nur selten vorkommt; aber an den Wänden der Haare sehr alter Cactus-Gewächse, erkenne ich fast immer die spirale Structur.

Werfen wir noch einen Rückblick auf die Structur der Härchen, welche auf den Wurzeln der parasitischen Orchideen vorkommen und vergleichen wir hiemit die Structur, welche die Wände der Zellen zeigen, aus denen jene Härchen hervorwachsen, so werden wir einmal das bestimmte Resultat erhalten, dafs die Härchen nicht etwa als eine blofse Ausdehnung der oberen Zellenwand anzusehen sind, sondern dafs ihre Wände das Resultat einer neuen Bildung sind, in welcher die bildende Kraft einer neuen spiralförmigen Bahn folgte. In den Wänden der Epidermis-Zellen ist fast die ganze Zahl der feinen Fasern zu erkennen, aus welchen dieselben zusammengesetzt ist, und diese winden sich um die Längenachse der Zelle; in dem Haare aber, welches aus der oberen Wand dieser Epidermis-Zelle auswächst, ist nur das spiralförmig gewundene Band zu erkennen und dieses läuft um die Längenachse des Haares.

So ist man in anderen Fällen, nämlich bei den sogenannten Pollen-Schläuchen, geneigt zu glauben, dafs diese durch Ausdehnung der inneren Haut des Pollen-Bläschens entstehen, obgleich der Pollen-Schlauch oft 50- bis 60mal länger, als jenes wird, und obgleich man einigemal die Bildung dieses Schlauches, d. h. die Coagulirung seiner Membran, aufserhalb des Pollen-Bläschens genau beobachtet hat, was aber, wie es scheint, Niemand glauben will.

Zwei andere Fälle haben wir hier noch anzuführen, wo die Wände der gewöhnlichen Parenchym-Zellen ganz und gar aus Spiralfasern bestehen, welche sich schon bei der leisesten Befeuchtung mit Wasser von einander tren-

Digitized by Google

nen. Ich meine hiemit jene merkwürdige Erscheinung, welche man an den Saamen der Casuarinen und der Collomien beobachtet hat. Bei dem Saamen der Casuarinen findet sich dicht unter der Testa, welche aus einer einfachen Schicht sehr schmaler und braungefärbter Zellen besteht, eine bedeutende Schicht von länglichen cylindrischen Zellen, welche mit ihrer Längenachse parallel der Epidermis liegen, und deren Wände ganz aus Spiralfasern zusammengesetzt sind. Diese Schicht ist zuerst von La Billardière aufgefunden und dann zu verschiedenen Zeiten von den Herren Mirbel, R. Brown und Link beschrieben. Herr R. Brown deutete dieselbe als eine Schicht von Spiralgefäfsen, welche zwischen den beiden Membranen der Testa gelegen wären, und Herr Link *) stimmt hierin im Allgemeinen bei, glaubt aber, dafs hier die Spiralgefäfse aus langen parenchymatösen Zellen entstehen, wozu er eine schöne Abbildung auf Tab. III. Fig. 1. gegeben hat. Mir erscheinen diese Gebilde als einfache Zellen, in deren Wänden die Spiralfasern unverwachsen bleiben; in ganz jungen Saamen sind diese Zellen zuweilen in ihrer ganzen Umgrenzung zu erkennen, doch in ausgebildeten Saamen ist es mir niemals gelungen. Wenn man die Casuarinen-Saamen befeuchtet, so bildet sich bekanntlich bald darauf eine schleimige Hülle um den ganzen Saamen, und untersucht man dieselbe, so findet man, dafs sie aus unzähligen feinen Spiralfasern, besteht, welche vorhin die Wände der Zellen in der eigenthümlichen Schicht bildeten und durch ihre starke Hygroscopicität nicht nur aus ihrer eigenen, gegenseitigen Verbindung treten, sondern sogar die Testa mit Gewalt zersprengten, so dafs die einzelnen langen und schmalen Zellen der Testa, als braune Streifen zwischen den aufgerollten Spiralfasern zu sehen sind, und schon zu Verwechselungen Anlafs gegeben haben.

Eine ähnliche Erscheinung ward durch H. Lindley **)

*) Elem. phil. bot. Edit. alt. 187.

**) Bot. Reg. 1828. Tab. 1166.

Digitized by Google

an den Saamen der Collomia linearis beobachtet, doch schon viele Jahre früher hat Herr Horkel dieselbe seinen Schülern mitgetheilt; sie ist der Gattung Collomia allgemein eigen. Es ist bekannt, dafs die Saamen der Collomien ebenfalls sogleich mit einer starken Schleimschicht bedeckt werden, wenn man sie mit Wasser befeuchtet. In dieser schleimigen Hülle findet man eine Unsumme von aufgerollten Spiralfasern, welche vertikal auf die Fläche des Saamens gestellt sind und gleichsam wie Zellen nebeneinander stehen. Herr Lindley deutete diese Gebilde defshalb für frei liegende Spiralgefäfse, mit welchen die Oberfläche des Saamens bekleidet sei; Herr R. Brown erklärte dagegen, dafs diese Spiralgefäfse nicht frei, sondern zwischen den beiden Membranen der Testa gelegen wären. Ich mufs gestehen, dafs ich die äufsere Testa, welche diese Spiralfaser-Zellen umschliefsen soll, noch nicht beobachtet habe, obgleich ich dieselbe bei dem Casuarina-Saamen sehr leicht finde. Wenn man aber sehr feine Querschnitte durch die Hüllen der Collomia Saamen bereitet und diese, während man sie befeuchtet unter dem Mikroskope beobachtet, so geniefst man einen höchst interessanten Anblick, denn die Schleimmasse, welche in den Spiralfaser-Zellen enthalten ist, dehnt sich durch das aufgenommene Wasser plötzlich aus und treibt auf diese Weise die Windungen der Spiralfasern auseinander, welche nun die langen abgerollten Spiralfaser-Zellen zeigen; in diesem Zustande erscheint es, als wenn die aufgerollten Spiralfasern im Inneren eines wasserhellen Schlauches gelegen ist, worüber indessen schwer in das Reine zu kommen ist. Salpetersäure zerstört diese umhüllende Masse zum Theil.

Diese Beobachtungen, welche auf den vorhergehenden Seiten angeführt wurden, möchten wohl weniger Zweifel über die Entstehung der Zellenmembran aus verwachsenen Spiralfasern übrig lassen, es sind indessen noch eine grofse Menge von Beobachtungen anzuführen, welche ebenfalls, nur nicht so schlagend wie die früheren, für jene Ansicht sprechen.

Digitized by Google

In meiner Phytotomie habe ich eine Reihe von Erscheinungen unter der Rubrik: Faserbildung im Inneren der Zellen, aufgeführt, welche wir hier, verbunden, mit allen den neueren Entdeckungen der Art, in Bezug auf Parenchym-Zellen näher erörtern wollen.

Bei einer grofsen Anzahl von Pflanzen, und oft unter ganz eigenthümlichen Verhältnissen, treten Parenchym-Zellen mit zarten Membranen auf, welche auf ihrer inneren Fläche spiralförmig sich windende Fasern aufzuweisen haben. Dafs die Zellenmembran hier die ursprüngliche Bildung ist, und dafs sich die Fasern erst später bilden, wobei sie sich der inneren Fläche der Membran anlegen, aber meistentheils auf das Innigste mit ihnen verwachsen auftreten, das ist in manchen Fällen ganz deutlich nachzuweisen. In anderen Fällen ist es dagegen schwer, ja ziemlich unmöglich dahinter zu kommen, ob die Spiralfaser auf der innern Fläche der ursprünglichen Zellenwand liegt, und dann gleichsam die zweite Schicht derselben bildet, oder ob sie nicht in der äufseren Zellenwand liegt und also diese darstellen hilft; was in einigen Fällen wenigstens ganz gewifs zu sein scheint. Im Allgemeinen ist die Bildung der Spiralfaser-Zellen der Art, dafs einmal die Windungen der Spiralfaser so dicht nebeneinander liegen, dafs sie allein die ganze Zellenwand darstellen, oder sie liegen mehr oder weniger entfernt von einander, und die Zwischenräume werden durch eine zarte Haut, welche darüber ausgespannt ist, ausgefüllt. Beispiele hiezu finden sich auf Tab. IV. dargestellt, und ganz eben dieselbe Verschiedenheit im Baue zeigen die wahren Spiralröhren, von denen künftig die Rede sein wird.

Dergleichen Zellen, welche an ihren Wänden Spiralfasern zeigen, nennen wir Spiralfaser-Zellen; Herr Link *) hat dieselben fibröse Zellen oder Faserzellen genannt, doch habe ich letzteren Namen schon früher für die sogenannten Fasergefäfse in Anwendung gebracht und

*) Elem. philos. bot. Edit. alt. I. p. 185.

Digitized by Google

ohne Verwechselungen zu veranlassen, könnte ich die Namen nicht leicht mehr umändern.

Die niedrigste Familie der Gewächse, welche Zellen mit Spiralfasern aufzuweisen haben, sind die Lebermoose, woselbst jene Gebilde unter dem Namen der Schleuderen (Elateres), ganz besonders bei den Jungermannien bekannt sind. In Marchantia polymorpha sind die Schleuderer ganz ungemein lang und dabei sehr fein. Die äufsere oder ursprüngliche Zellenmembran ist hier sehr zart, und diese Zellen sind nach den Enden zu zugespitzt; die Spiralfasern im Inneren bilden dagegen gleichsam die innere Schicht. Nach Hedwig's und meinen eigenen Beobachtungen scheint es ein festes Gesetz zu sein, dafs hier beständig nur zwei Spiralfasern in jedem Schleuderer vorkommen. Hedwig *) bildet den Schleuderer von Marchantia polymorpha ohne umschliefsende Haut ab, doch dieselbe ist nur ihrer grofsen Zartheit und der dabei angewendeten schwachen Vergröfserung wegen übersehen worden. Die Marchantia conica L. bietet in dieser Hinsicht einen interessanteren Bau dar **).

Einen überaus merkwürdigen und sehr schwer zu erklärenden Bau zeigt die Gattung Sphagnum. Hedwig ***) hat hiezu die erste Beobachtung mitgetheilt; er bemerkte in den Blattzellen von Sphagnum palustre querlaufende Gefäfse der feinsten Art, wofür er offenbar die feinen Spiralfasern hielt, welche sich so häufig an den Zellenwänden dieser Pflanze zeigen. Moldenhawer †) handelte über diesen Gegenstand sehr umständlich, brachte jedoch hierbei die eigenthümlichsten Ansichten über den Bau der Pflanzensubstanz zum Vorscheine.

Die Blätter der Sphagnum-Arten bestehen aus einer einfachen Schicht von Zellen, welche sich seitlich an einander gelegt haben und so das zarte Blättchen bilden.

*) Theor. generat. Tab. XXVI. f. 5.
**) S. meine Phytotomie. pag. 160 etc.
***) Fundam. Hist. musc. I. 25. Tab. III. f. 13, b.
†) Beiträge etc. pag. 117—119 und 205—212.

Digitized by Google

Diese Zellen sind jedoch zweifacher Art, die einen sind gröfser, von bedeutendem Umfange und enthalten fast immer spiralförmig verlaufende Fasern, welche auf der inneren Fläche der Zellenwand befestigt sind, was man in Fig. 10. Tab. III. in der Zelle a a ganz deutlich sehen kann, die anderen Zellen dagegen sind kleiner, äufserst schmal aber langgezogen; sie liegen immer einzeln zwischen den gröfseren, mit Spiralfasern gezeichneten Zellen, und enthalten Kügelchen, welche häufig schön grün gefärbt auftreten. In Fig. 10. Tab. III. sind b, b, c und d dergleichen schmale Zellen, welche die gröfseren gleichsam einfassen. Deutlicher kann man diesen Unterschied der verschieden geformten Zellen, woraus die Sphagnum-Blätter bestehen, in Fig. 11. Tab. III. bemerken, woselbst die Fasern in den gröfseren Zellen fehlen; a a und f sind die gröfseren Zellen und diese werden durch die schmalen Zellen eingefafst; bei der Zelle a a erkennt man, dafs dieselbe von 5 kleineren Zellen, nämlich von b, c, b, c und e eingefafst wird, und dafs diese schmalen Zellen zwar verschieden geformt sind, dafs aber eine gewisse Regel in der Stellung gleichgeformter Zellen stattfindet. So ist die Zelle g gleich der von b zwischen den gekrümmten Zellen h und c gestellt und diese gekrümmten, knieförmigen Zellen geben noch immer einen Theil zur Begrenzung einer anliegenden Zelle ab. Der Stengel der Sphagnum-Arten besteht dagegen aus einem Bündel braungefärbter, langgestreckter Parenchym-Zellen, welche noch mit einer einfachen Schicht von grofsen cylindrischen Parenchym-Zellen äufserlich umschlossen sind. Die Blätter sind als Fortsätze jener äufseren Zellenschicht anzusehen, welche 3, 4 bis 5 Zellen seitlich zu jedem Blatte abgiebt; doch mit dem Bündel der braunen Zellen des Stengels stehen die Blätter in keinem unmittelbaren Zusammenhange.

Die grofsen cylindrischen Parenchym-Zellen, welche die äufsere Zellenschicht des Stengels der Sphagnum-Arten zeigen, sind zuweilen auf das schönste mit Spiral-

Digitized by Google

fasern ausgekleidet. Man findet solche Spiralfaser-Zellen zuweilen an jungen Exemplaren, welche im Wasser wachsen, aber auch an alten Stengeln, welche nicht mehr im Wasser wachsen; während Andere, die dicht daneben stehen, keine Spur davon zeigen. In jeder dieser Zellen findet sich eine ganze Menge von Spiralfasern, welche parallel nebeneinander liegen und sich gemeinschaftlich spiralförmig winden, aber stets mit der innern Wand der Zellenmembran verwachsen sind, so dafs sie gleichsam die innere Schicht derselben bilden. Hier findet man zuweilen die regelmäfsigsten Formen in dem Verlaufe der Spiralfasern, wozu ich einige Abbildungen auf den Tafeln zur Harlemer Schrift mitgetheilt habe, und hier darf Niemand mehr bezweifeln, dafs diese feinen Streifen, auf der inneren Fläche der Zellenwand nicht Spiralfasern wären; ja ich habe in diesen Fällen, mit Hülfe des einfachen Mikroskopes, die Spiralfasern von der inneren Wand der Zellen trennen können, und zwar auf bedeutende Strekken, was mir allerdings bei den Fasern in den Zellen der Sphagnum-Blätter niemals gelungen ist; daher wird man gegenwärtig vielleicht nicht mehr glauben, dafs dieses Alles nach meiner Vorstellung und nicht nach der Natur beobachtet ist. Herr Mohl hat zu zeigen gesucht, dafs diese meine Ansicht ganz unstatthaft ist, worin Herr Treviranus gefolgt ist; er glaubt, dafs jene Fasern durch ungleiches Wachsthum der Zellenwände in die Dicke hervorgerufen würden, doch die, vorhin angeführten Beobachtungen über diesen Gegenstand, besonders die Trennung der Fasern von der Membran werden meine Ansicht hinreichend rechtfertigen.

Wenn man eine grofse Menge von Sphagnum-Blättern beobachtet, so wird man die Ansicht fassen, dafs es spiralförmig sich windende Fasern oder Streifen sind, welche auf der inneren Wand der grofsen Zellen der Blätter zu bemerken sind, wie z. B. in Zelle a a Fig. 10. Tab. III. Besonders deutlich ist dieses in sehr jungen Blättern zu beobachten, indessen auch hier nicht immer

Digitized by Google

ganz deutlich. In Fig. 10. Tab. III. ist nur die Spiralfaser in der Zelle a a ganz vollständig, indessen man mufs erst beide Zellenwände in den Fokus des Instrumentes bringen, um dieselbe in ihrem ganzen Verlaufe zu erkennen, da die Seitenwände dieser Zellen eine bedeutende Dimension haben. Wird die Pflanze älter, so verwandelt sich die Spiralfaser in ringförmige Fasern, und in solchen Fällen, wo die Zellen lang und schmal sind, da ist diese Umwandlung zu beobachten. Es scheint mir aber auch, als wenn diese Fasern in den Zellen der Sphagnum-Blätter, sehr häufig gleich als ringförmige Faser auftreten, was mitunter ziemlich deutlich zu beobachten ist. Man findet zuweilen Blätter, wo noch nicht alle Zellen mit Fasern versehen sind und hier kann man beobachten, wie sich die erste Faser gerade in der Mitte der Zelle zeigt und wie die Faserbildung in den Zellen des Blattes mehr von der Basis desselben anfängt und nach der Spitze zu fortgeht. In eben solchen Blättern konnte ich deutlich bemerken, dafs noch in vielen anderen Zellen nur vollkommene Ringe von Fasern vorkamen, während dieselbe Pflanze in den Zellen des Stengels und in einigen andern Blättern die vollkommensten Spiralfasern aufzuweisen hatte.

Sehr auffallend ist es, dafs zuweilen an den Rändern der Spiralfaser-Zellen, und zwar immer zwischen zwei Windungen der Fasern, wie in Fig. 10. Tab. III., einzelne, ziemlich regelmäfsig gestaltete Ringe auftreten, welche mit e, e, e daselbst bezeichnet sind. Meistentheils zeigen diese Ringe eine doppelte Einfassung und Moldenhawer, der sie zuerst beobachtete, und Kieser erklärten diese Ringe für Löcher, wogegen ich in der Phytotomie mit hinreichenden Gründen aufgetreten bin. Später hat jedoch Herr Mohl *) und Herr Fürnrohr **), auf Mohl's Mittheilungen sich

*) Ueber den Bau des Cycadeen-Stammes, l. c. pag. 415.

**) Versuch einer Lebens- und Formgeschichte der Gattung Sphagnum. — Flora v. 1833. v. 7. Jan.

Digitized by Google

stützend, diese Ringe wieder als Einfassung der grofsen Poren geschildert. Ja diese Sphagnum-Zellen sollen an den Seiten mit einer Reihe von Oeffnungen besetzt sein, welche bald von gleicher Gröfse, bald etwas kleiner, als jene Kreise erscheinen, indem sich die Zellenmembran noch eine Strecke weit über den, aus dem Faserringe gebildeten Kreis ausdehnen soll. Wenn man aber durch anhaltende Beobachtungen die Bildung dieser Ringe verfolgt, so wird man sich sehr bald überzeugen können, dafs innerhalb jener Ringe keine Oeffnungen vorkommen, wohl aber mufs man die Membran, welche den Ring bekleidet, als eine, etwas verdünnte Stelle ansehen. Färbungsversuche mit Jodine und Beobachtung dieses Punktes bei gefärbtem Lichte, zeigen ganz deutlich, dafs die angebliche Pore mit einer Haut ausgefüllt ist.

Je älter die Pflanze wird, um so gröfser wird die Anzahl dieser Ringe auf den vordern und hintern, oder oberen und unteren Wänden der grofsen Zellen; zuweilen treten zwei solche Ringe nebeneinander auf und man kann auch Fälle beobachten, wo diese Ringe selbst auf den Windungen der Faser zu liegen scheinen, dieses wird aber durch die Windungen der Faser von der darunter liegenden Zellenwand verursacht.

Einen ganz ähnlichen Bau wie die Parenchym-Zellen des Sphagnum-Stengels, zeigen die häutigen Fruchtbehälter der Equisetum-Arten: sie bestehen aus einer einfachen Schicht von seitlich aneinander gelagerten Zellen und zeigen eine sehr grofse Menge von Fasern, welche in dichten Windungen die innere Fläche der Zellenwände bekleiden. Herr L. Treviranus *) entdeckte diese auffallende Structur und gab eine richtige Abbildung dazu; Herr G. W. Bischoff **) dagegen, welcher diesen Gegenstand mit zu schwacher Vergröfserung betrachtete, hat eine Darstel-

*) Vom inwendigen Bau d. Gew. p. 89 u. 120. Tab. II. Fig. 29.

**) Die kryptogamischen Gewächse etc. I. Heft. Nürnberg 1828. pag. 40.

Digitized by Google

lung gegeben, als wenn diese Fruchtbehälter der Equiseten aus lauter Spiralgefäfsen beständen, denen die umschliefsende Zellenmembran fehlt, was aber nicht der Fall ist. Gewöhnlich winden sich hier, an der inneren Wand einer jeden Zelle zwei Fasern, scheinbar in entgegengesetzter Richtung, so dafs sie sich überall kreuzen.

Aber noch viel häufiger treten dergleichen Zellen, worin sich Spiralfasern in auseinanderstehenden Windungen zeigen, in den höheren Pflanzen auf, und fast ganz allgemein ist diese Erscheinung bei den tropischen Orchideen. Die ersten Beobachtungen der Art sind wohl die von Moldenhawer *), welcher ein fein gestreiftes Zellengewebe in der Sanseviera und in Aucuba japonica aufgefunden hat. Einige andere Fälle wurden später von mir und von Herrn Mohl beobachtet, bis endlich Herr R. Brown **) dergleichen Eigenthümlichkeiten der Structur der Zellenmembran bei den Orchideen gar nicht selten fand, besonders in den Gattungen Stelis und Pleurothallis. Seit dieser Zeit haben sich meine Beobachtungen über diesen Gegenstand sehr vervielfacht und kaum ist es noch nöthig, alle die Pflanzen einzeln aufzuführen, welche eine ähnliche Structur zeigen. Ohne zu viel zu wagen, kann man schon gegenwärtig den allgemeinen Satz aufstellen, dafs die Zellenmembran der Orchideen entweder ganz allein aus spiralförmig sich windenden Fasern bestehe, oder dafs sie aus Fasern bestehe, welche äufserlich noch mit einer feinen Membran, der ersten oder ursprünglichen Schicht der Zellenmembran nämlich, umfafst ist. Ich verweise zuerst auf die Abbildungen, welche sich aus verschiedenen Pflanzen auf Tab. IV. befinden; Fig. 1. zeigt eine Abbildung aus einem Dendrobium von La Guayra; mehrere Zellen zeigen die spiralförmigen Fasern ganz deutlich, während in den daneben liegenden davon nichts

*) Beiträge p. 84.

**) On the Sexual Organs and Impregnation in Orchideae and Asclepiadeae, 1831. pag. 22. etc.

Digitized by Google

zu beobachten ist. In Fig. 2. und 3. sind Abbildungen einiger Zellen, welche in den äufseren Schichten der Blätter der Vanda teretifolia safsen, und zwar nach Querschnitten, woraus sich ergiebt, dafs diese Zellen, wie in den fleischigen Blättern vieler anderer Orchideen, mit ihrer Längenachse horizontal gelagert sind. Die Spiralfaser, welche sich auf der inneren Fläche dieser Zellen windet, ist aufserordentlich deutlich zu erkennen, und ihre höchst eigenthümliche Form sieht man in l, l, l, auf dem kurzen Durchschnitte bei i k. Spiralfasern, von so aufserordentlicher Dicke sind wohl sehr selten. In Fig. 4. Tab. IV. ist ein Querschnitt aus einem jungen Blatte von Oncidium maximum zu beobachten; die Zellen der Epidermis und der dicht darunter liegenden Zellenschichten zeigen keine Spiralfasern, sind aber stark mit grüngefärbten Zellensaft-Kügelchen gefüllt, dagegen zeigen alle übrigen Zellen, welche das Innere des Blattes ausfüllen, dergleichen breite Spiralfasern auf ihrer inneren Fläche, wie sie in der Zellenmasse g h i zu sehen sind. Auch hier zeigt sich die Verästelung der Spiralfaser sehr deutlich und sehr häufig, und dergleichen Spiralfaser-Zellen enthalten ebenfalls grüngefärbte Zellensaft-Kügelchen, wie bei i daselbst und in Fig. 3.

Die Spiralfasern in den Zellen des Oncidiums sind so aufserordentlich breit, dafs sie bei einer starken Vergröfserung einen eigenthümlichen Bau zeigen, welcher in Fig. 8. Tab. IV. dargestellt ist. a b, a b sind hier die breiten Spiralfasern und zwischen diesen ist die feine Zellenhaut c d, c d zu sehen, welche die äufsere oder ursprüngliche Schicht der Zellenwand bildet, so dafs also die darauf liegenden Spiralfasern der zweiten Schicht der Zellenwand angehören. Die Spiralfaser zeigt in dieser genannten Pflanze einmal eine zarte Einfassung der Ränder und zweitens eine Gliederung, welche sich durch feine Streifen verräth, die quer über die Faser verlaufen. Die einzelnen Glieder der Faser sind fast gleichseitig viereckig, doch aufserordentlich auffallend ist die Hervorragung, welche diese Spiralfaser so häufig an denjenigen Stellen

Digitized by Google

zeigt, wo die Querstreifen am Rande auslaufen, wie bei f und bei g, g in angeführter Fig. 8. Tab. IV. Bisher ist es mir noch nicht geglückt, eine ähnliche Gliederung an den Spiralfasern anderer Pflanzen aufzufinden, doch sehr starke Vergrößerung bei guter Beleuchtung, wird bei diesen Beobachtungen ganz besonders nöthig.

Nicht nur durch aufserordentliche Schönheit, sondern auch durch eigenthümliche Stellung, zeichnen sich diese Spiralfaser-Zellen in den Blättern der Gattung Pleurothallis aus. Zuerst liegt eine einfache Schicht solcher Zellen dicht unter der Epidermis der unteren Blattfläche, wozu Fig. 18.[b] Tab. IV. eine Darstellung nach einem Querschnitte giebt. a b ist daselbst die Epidermis mit der darin liegenden Hautdrüse c; e e sind die Spiralfaser-Zellen, welche unmittelbar unter der Hautdrüse die Athemhöhle durch Auseinandertreten bilden, und f g ist eine Schicht von ellipsoidischem Merenchym, welches die innere Masse des Blattes bildet und stark mit grüngefärbten Kügelchen gefüllt ist. In den beiden Spiralfaser-Zellen, welche zwischen c d und f gelegen sind, kann man den gleichmäfsigen Lauf der Windungen der Spiralfaser in beiden, nebeneinander liegenden Zellen beobachten, so dafs Fasern und Zwischenräume die Wände beider Zellen immer gleichartig aufeinander liegen; ein Gegenstand, der offenbar von Wichtigkeit ist, indem sich dadurch das Correspondiren der Tüpfel, zweier nebeneinander liegender Zellen ganz deutlich erklären läfst. In Fig. 15.[g] ist ein kleiner Theil, aus eben demselben Blatte bei stärkerer Vergrößerung dargestellt, und hier sieht man in der Zelle e die wahren Structurverhältnisse schon ganz deutlich. Die breiten weifsen Streifen sind nämlich die Spiralfasern, und zwischen den nebeneinander liegenden Windungen bleibt ein schmaler Raum zurück, welcher von der äufseren Schicht der Zellenmembran bedeckt ist. Sehr interessant ist der Anblick des Verlaufes der Spiralfasern an den Enden dieser Spiralfaser-Zellen, welchen man jedesmal erhält, wenn man einen Schnitt parallel mit der Epi-

Digitized by Google

dermis führt, und zwar so, dafs noch ein Theil der Spiralfaser-Zellen auf den Zellen der Epidermis zurückbleibt. In Fig. 46. Tab. IV. ist eine kleine Stelle von der unteren Blattfläche von Pleurothallis ruscifolia auf diese Weise nach einer 540maligen Vergröfserung dargestellt, und da die Abbildung solcher, sich vereinigender Fasern äufserst schwierig ist, so habe ich dieselben nur an den beiden Zellen b b b b und c c c c ausgeführt. Diese Spiralfaser-Zellen liegen hier mit ihrer oberen Grundfläche unmittelbar auf der Epidermis, welche mit a a a a a a bezeichnet ist; sie stellt hier das Netz dar, welches durch die Seitenwände der zusammenstofsenden Zellen gebildet wird. Bei d und bei e ist der Mittelpunkt der oberen Grundfläche der Spiralfaser-Zellen, wo sich nämlich die Windungen der verschiedenen Fasern durch Zusammenschmelzen miteinander vereinigen. Auf der oberen Blattfläche zeigt die Pleurothallis ruscifolia eine sehr dicke Schicht von Spiralfaser-Zellen, welche unmittelbar unter der Epidermis beginnen und bis zur Mitte des Blattes fortlaufen. Erst unter dieser dicken und sehr festen Zellenschicht, liegt die dunkele Schicht mit grüngefärbten Zellensaft-Kügelchen.

Schon bei einigen Orchideen sind die Spiralfasern auf der inneren Fläche der Zellenmembran so aufserordentlich zart und durchsichtig, dafs man sie nur mit Mühe erkennt; auch habe ich schon früher das Vorkommen solcher überaus zarten Streifen in der Zellenmembran der fleischigen Hülle beobachtet, welche den Saamen der Granate umschliesst, und ähnliche Streifen sind in den Zellenwänden sehr vieler anderer Pflanzen mit sehr zartem Gewebe zu beobachten. Zuweilen erkennt man sie erst auf Querschnitten, wobei man nämlich in die durchschnittenen Zellen hineinsieht, während die Wände dieser Zellen auf den Längsschnitten keine Spur von Spiralfasern zeigen. Ja selbst die grofsen Parenchym-Zellen im Inneren des Stammes der Zamia caffra, welche mehrere Jahre hindurch in Weingeist gelegen hatten, zeigen mir noch diese spiralförmigen Streifen ganz deutlich.

Digitized by Google

Einen ähnlichen Bau findet man auch in den Zellen, welche die inneren Lagen der Antheren-Fächer bilden; und wenn auch diese Zellen, bei dem ersten Anblicke, oftmals ein sehr verschiedenes Ansehen zeigen von jenen, worüber in den vorhergehenden Paragraphen die Rede war, so lassen sich doch, durch die grofse Anzahl von Mittelformen, die allmäligen Uebergänge nachweisen, welche zwischen allen diesen verschiedenen Formen bestehen. In den Wänden der Antheren-Fächer sind nämlich nur die Zellen der Epidermis aus glatten, d. h. gleichmäfsigen Zellenmembranen gebildet; alle übrigen Zellen dagegen, welche unter der Epidermis liegen, zeigen auf ihrer inneren Fläche mehr oder weniger deutliche Spiralfasern, welche zu der umschliefsenden Zellenmembran ganz in demselben Verhältnisse stehen, wie die Spiralfasern auf der inneren Fläche der Orchideen-Zellen. Diese Spiralfasern in den Zellen der Antheren sind meistens sehr breit und überhaupt stark, und oft, wie z. B. bei den Liliaceen äufserst deutlich zu beobachten. Diese Fasern zeichnen sich jedoch vor allen anderen darin aus, dafs ihre Windungen eine besondere Neigung zu netzartigen Verwachsungen und Verzweigungen zeigen, ganz so, wie man es an der Faser der Spiralröhren mancher Monocotyledonen oder saftiger Dicotyledonen beobachtet. Und jene netzartigen Verwachsungen zwischen den Windungen dieser Spiralfasern in den Antheren-Zellen kommen hauptsächlich an denjenigen Stellen vor, wo sich die Zellen bei dem Aneinanderlegen bedeutend drücken. Diese Angaben waren das Resultat der Untersuchungen, welche ich seit dem Jahre 1825 über diesen Gegenstand an verschiedenen Pflanzengattungen anstellte und im Jahre 1828 als eine neue Beobachtung publicirte *).

Zwei volle Jahre später machte Herr Purkinje **)

*) S. Ueber den Inhalt der Pflanzen-Zellen. Berlin 1828. p. 53.

**) De cellulis antherarum fibrosis nec non de granorum pollinarum formis. Vratislaviae 1830. 4to.

Digitized by Google

seine berühmte Schrift über denselben Gegenstand bekannt, und deutete in derselben darauf hin, dafs er diese Entdeckung der Spiralfasern in den Antheren-Zellen vielleicht dennoch früher, als ich gemacht habe *). Die Schrift des Herrn Purkinje erschien nach dem Abdrucke meiner Phytotomie und kurz vor meiner Abreise, so dafs ich damals keine Gelegenheit hatte, die grofse Verschiedenheit nachzuweisen, welche zwischen den Ansichten des Herrn Purkinje und den meinigen über diesen so einfachen Gegenstand obwalten. Herr Mohl hat aber in einer sehr gehaltreichen Abhandlung **) die Irrthümer nachgewiesen, welche sich in jene Arbeit des Herrn Purkinje eingeschlichen haben, und hat mit Hinzufügung vieler neuen Beobachtungen die ganze Menge von Erscheinungen auf allgemeine Gesetze zurückzuführen gesucht, wobei er sich jedoch zugleich bemühete nachzuweisen, dafs meine Ansicht über diesen Gegenstand irrig sei. Herr Mohl wollte nämlich die Meinung, dafs jene Streifen auf den Wänden der Antheren-Zellen wirkliche Fasern sind, welche verwachsen mit der Membran sich spiralförmig um die Höhle der Zelle winden, nicht gelten lassen, sondern erklärte jene Fasern für bloſse partielle Verdickun-

---

*) Später haben Herr v. Schlechtendahl und Herr Unger ebenfalls die Ansicht ausgesprochen, dass jene Entdeckung wohl früher von Herrn Purkinje gemacht sei; sie haben indessen vergessen hierüber bei mir Erkundigungen einzuziehen, ich wäre wahrscheinlich im Stande gewesen die entgegengesetzte Ansicht, als die richtigere nachzuweisen. Doch bald nachher wollte Herr Mirbel (N. Ann. du Mus. 1822. p. 116) die Priorität für diese Entdeckung in Anspruch nehmen, indem er sich auf eine Stelle bezog, welche er im Jahre 1808 (V. Mém. de l'Institut, an. 1808. pag. 331) publicirt hat. Ich theile diese Stelle mit, um zu zeigen, dass darin nichts von jener eigenthümlichen Structur angedeutet ist, welche später von mir in den Antheren-Zellen aufgefunden wurde: „La nature du tissu, qui compose les lames contractiles latérales et dorsales mérite d'être connue: les premières fort ouvrir les valves, les secondes recourbent les anthères en arrière."

**) S. Ueber die fibrösen Zellen. Flora v. 1830. p. 697. etc.

Digitized by Google

gen der Zellenwände. Herr Mohl ist indessen ein viel zu scharfsinniger Naturforscher, als dafs er gegenwärtig, nachdem ich besonders in dieser Schrift eine so grofse Anzahl von Beobachtungen über die Zusammensetzung der Zellenmembran aus Spiralfasern bekannt gemacht habe, noch länger gegen meine Deutung der Structur der Spiralfaser-Zellen auftreten wird.

Herr Purkinje hat in der angeführten Schrift die Structur der Antheren-Zellen bei einer sehr grofsen Anzahl von Pflanzen beschrieben und auf 18 Tafeln mit mehreren hundert Abbildungen verdeutlicht. Man wird aus diesen Abbildungen die aufserordentliche Verschiedenheit erkennen, welche die Spiralfaser-Zellen der Antheren verschiedener Pflanzen darbieten, doch in anatomischer Hinsicht sind sie nicht genau und nicht scharf genug. So glaubt Herr Purkinje, dafs jene Fasern bald in den Zellen, bald zwischen den Windungen der Zellen vorkommen, ja dafs sie bei den Liliaceen sehr bestimmt aufserhalb der Zellen vorkommen. Sicherlich kommen dagegen diese Fasern nur auf der inneren Fläche der Zellenwände vor, und die irrthümliche Angabe des Herrn Purkinje ist durch die Art und Weise veranlafst, in welcher derselbe diesen Gegenstand beobachtet hat. Herr Purkinje benutzte nämlich bei diesen anatomisch mikroskopischen Untersuchungen einen Quetschapparat, durch welchen die feinen Schnitte zwischen zwei Glasplatten breitgedrückt und dann getrocknet wurden. Nach solchen gequetschten Präparaten sind jene Abbildungen in der angeführten Schrift gefertigt, und daher ist es leicht zu erklären, dafs jene Abbildungen so häufig mit der Natur nicht übereinstimmen. Wenn Substanzen von ungleichen Dimensionen und ungleicher Dichtigkeit einem gleichmäfsigen Drucke ausgesetzt werden, so müssen ihre Dimensions-Verhältnisse verändert werden, und daher kam es, dafs die Fasern so häufig aufserhalb der Zellen zu liegen schienen.

Eben so häufig sind die Tüpfel und Streifen, welche zwischen den mit der Zellenmembran verwachsenen Fa-

Digitized by Google

sern liegen, mit den Windungen der Faser selbst verwechselt, und die angebliche Höhlung der Fasern, welche sich zuweilen auf beiden Seiten, nämlich auf der Lokular und auf der Epidermal-Seite öffnen soll, sind nur durch den Anblick der gequetschten Durchschnitte der Fasern entstanden, welche sicherlich niemals hohl und auch niemals aus gedoppelten Membranen besteht, wie es Herr Purkinje angegeben hat. So kommen auch niemals jene Spiralfasern in den Antheren allein vor, sondern immer sind sie mit der Zellenmembran umschlossen.

Auch in diesem Falle hat Herr Mohl*) zu zeigen gesucht, dafs jene Fasern integrirende Theile der Zellenmembran sind, während ich mir dieselben freischwimmend im Zellensafte gedacht haben soll. Zu einer solchen Zumuthung, welche mir Herr Mohl macht, findet sich jedoch wohl nirgends in meinen Schriften irgend eine entsprechende Stelle, und aus der Kürze meiner Darstellung, darf man so etwas wohl nicht folgern. Uebrigens ist es mir und auch Herrn Brown mehrmals geglückt, diese Faser von den Zellenwänden der Antheren verschiedener Liliengewächse zu trennen, und sie dann sehr bestimmt für Fasern zu erkennen. Demnach that ich sowohl früher, wie noch gegenwärtig gewifs nicht Unrecht, wenn ich diese Spiralfaser-Zellen der Antheren mit allen jenen Erscheinungen im Zusammenhange betrachtete, wo sich spiralförmig windende Fasern an den Wänden der Zellen zeigen; und gegenwärtig möchte auch Herr Mohl erkannt haben, dafs er mit Unrecht so häufig dagegen geeifert habe.

Zur leichteren Verständigung hat Herr Purkinje einige Benennungen für die verschiedenen Theile der Antherenfächer eingeführt. Die äufserste Zellenschicht, welche die Wände der Antherenfächer bildet, nennt er: Exothecium; sie ist aber nichts Anderes, als die Epidermis, welche häufig noch mit Hautdrüsen versehen die Antheren umschliefst. Die inneren Zellenschichten dagegen, welche

*) Flora v. 1830. p. 707.

Digitized by Google

die Pollenmasse unmittelbar umschliefsen, werden Endothecium genannt, und diese sind es, deren Zellen so häufig spiralförmige Streifen auf ihren Wänden zeigen.

Die grofsen Verschiedenheiten, welche die Zellen der Antheren in Hinsicht ihres streifigen Baues zeigen, sind ganz auf dieselbe Weise zu erklären, wie die verschiedenen, sogenannten Metamorphosen-Stufen der Spiralfaser in den Spiralröhren, wovon erst später die Rede sein kann; aber auch schon in den vorhin angeführten Fällen, wie z. B. bei den Sphagnum-Arten, finden wenigstens einige von diesen Umwandelungen der Spiralfaser auf den inneren Wänden der Zellen statt, welche in den Antheren-Zellen so häufig zu beobachten sind.

Herr Purkinje hat eine solche streifige Structur der Antheren-Zellen bei Pflanzen von einigen 80 verschiedenen Familien nachgewiesen, so dafs meine frühere Annahme, dafs diese Structur für die Zellen der Antherenfächer eine ganz allgemeine Erscheinung sei, dadurch bestätigt wird. Einige Pflanzen zeigen diese Structur allerdings nicht so deutlich, als man sie in anderen Pflanzen beobachtet, und hiezu sind besonders die Gräser zu zählen, so wie die Ericen und Solanum-Arten. In den grofsen Antheren der Liliaceen ist dagegen der ganze Bau dieser Zellen so deutlich zu beobachten, dafs darüber gar kein Zweifel übrig bleiben kann. Gewöhnlich sind es zusammenhängende, spiralförmig sich windende Fasern, welche auf den inneren Wänden dieser Zellen sitzen; doch sehr häufig treten diese Fasern gleich in Form von geschlossenen Ringen auf, so dafs jede Windung der Faser einen eigenen Ring bildet, ganz so, wie es in den Blattzellen der Sphagnum-Arten häufig zu sehen ist, obgleich bei anderen Zellen eben derselben Pflanze ganz gewöhnlich nur zusammenhängende Spiralfasern vorkommen. Ueberall, wo statt der einzelnen Windungen der Faser, für sich bestehende geschlossene Ringe auftreten, sogenannte Ringfasern, da findet sich immer nur eine einzelne Spiralfaser in jeder Zelle, deren Windungen von einander reissen.

Digitized by Google

Wenn mehrere Spiralfasern in einer und derselben Zelle, parallel nebeneinander liegen, so verlaufen die Windungen in schiefer Richtung und dann können sich die Ringe nicht wohl so leicht bilden.

Die vollkommen ausgebildeten Ringfasern, welche in so grofser Anzahl auf den inneren Wänden der Antheren-Zellen vorkommen, kann man in einer grofsen Anzahl von Abbildungen, welche Herr Purkinje in der angeführten Schrift mitgetheilt hat, ganz deutlich erkennen. In aufserordentlich vielen anderen Fällen zeigt sich eine besondere Neigung zwischen den Windungen der Spiralfaser zu netzförmigen Verwachsungen, ein Vorgang, welchen wir ebenfalls erst später näher erörtern können, ja in anderen Fällen zeigt die Haut der Antheren-Zellen ein gestreiftes oder ein getüpfeltes Ansehen, ganz so, wie es die gestreiften und getüpfelten Spiralgefäfse zeigen. Durch diese gegenseitigen Verwachsungen der Spiralfaser-Windungen kommen in diesen Zellen oftmals die sonderbarsten und zugleich die niedlichsten Figuren zum Vorscheine. Nicht selten ist es, dafs die Fasern nur auf der Epidermal- und der Lokular-Seite der Zellenwände verwachsen, und hier mehr oder weniger deutliche Sterne darstellen, während auf den anderen Seiten dieser Zellen, die Fasern ganz unverwachsen zurückbleiben. Bei den gewöhnlichen Tulpen, bei der weifsen Lilie und bei der Kaiser-Krone sind diese Formverschiedenheiten sehr deutlich zu beobachten, aber auch auf die gleichmäfsige Grundbildung zurückzuführen.

Als ich die ersten Beobachtungen über diese Spiralfaser-Zellen der Antheren bekannt machte, nannte ich dieselben: Zellen mit Spiralfasern, oder Spiralfaser- haltende Zellen. Herr Purkinje nannte diese Zellen: cellulae fibrosae, und Herr Link *) nannte sie: Fibröse Zellen oder Faser-Zellen. Diese letztere Benennung habe ich dagegen schon für die sogenannten Fasergefäfse benutzt, und ich

*) Elementa phil. bot. Ed. alt. I. p. 185.

Digitized by Google

mache defshalb hierauf besonders aufmerksam, um Verwechselungen zu verhüten. Neuerlichst hat Herr Mohl *) den Vorschlag gemacht, diese fibrösen Zellen Purkinje's: netzförmige Zellen zu nennen; doch diese Benennung möchte wohl noch weniger entsprechend sein, als die des Herrn Purkinje, denn nur in selteneren Fällen zeigen jene Zellen einen netzförmigen Bau ihrer Wände.

Da wir nun in diesem ganzen Abschnitte den Zusammenhang nachgewiesen haben, in welchem diese Zellen der Antheren mit den übrigen Parenchym-Zellen stehen, deren Wände eine spiralförmige Structur zeigen, so mufs natürlich auch die Benennung beider Erscheinungen auf den gleichartigen Ursprung hindeuten, und defshalb, nenne ich alle diese Zellen: Spiralfaser-Zellen. Will man aber die einzelnen Metamorphosen-Stufen andeuten, welche diese Spiralfaser-Zellen der Antheren eingehen, so mufs man diese Zellen mit denselben Beinamen belegen, durch welche jene Metamorphosen-Stufen der Spiralröhren angedeutet werden. Demnach sind jene Zellen der Antheren: Spiralfaser-Zellen, Ringfaser-Zellen, netzförmige Zellen, sternförmige Zellen und poröse oder getüpfelte Zellen. Mehrere dieser Metamorphosen-Stufen treten jedoch auch bei den Spiralfaser-Zellen anderer Pflanzen auf, jedoch nur selten. Mit vollkommen netzförmigen Wänden beobachtet man die Spiralfaser-Zellen nicht selten bei den tropischen Orchideen mit fester Substanz, u. s. w.

Schliefslich haben wir noch einige wenige Fälle aufzuführen, wo man ebenfalls an den Wänden der Zellen, mehr oder weniger deutlich, eine streifige oder spiralförmige Structur wahrnimmt; ich führe hier zuerst die dickhäutigen Zellen an, welche die grüne Zellenschicht in der Rinde des Hollunders bilden, wozu Fig. 17. Tab. III. eine Abbildung nach einem Längenschnitte darstellt. Dafs auch hier die Windungen der Spiralfasern zu bemerken sind, welche sich hie und da verästeln, an anderen Stellen mit

*) Pflanzen-Substanz etc. p. 25.

Digitized by Google

einander verwachsen, und an noch anderen Stellen durch ein gleichmäfsiges Verwachsen mit der Zellenwand ganz verschwinden, das ist wohl leicht zu erkennen, noch deutlicher ist diese Structur an den Zellenwänden des Helleborus foetidus in Fig. 24. Tab. III. dargestellt. Aber auch die Zellen in dem niedlichen Gewebe der Marchantia polymorpha, welche noch neuerlichst durch Herrn Mirbel*) in so vielfacher Hinsicht beobachtet worden sind, zeigen gröfstentheils auf den Seitenwänden, welche durch Vertikalschnitte zur Ansicht kommen, ganz ähnliche, ja noch viel deutlichere Spiralfaser-Bildung, so dafs es nur auffallend ist, wie dieselbe neuerlichst übersehen worden ist.

Auf die spiralen Streifen, welche die Wände der Zellen der gegliederten Tradescantien-Härchen zeigen, hat schon Herr R. Brown aufmerksam gemacht; auch sie deuten wohl ebenso, auf die Zusammensetzung der Zellenmembran jener Haare aus Spiralfasern, wie in den vielen anderen aufgeführten Fällen.

Ja selbst die Wände der grofsen Haare der Gattung Urtica und Jatropha, welche durch ihren ätzenden Saft bekannt sind, zeigen auf ihrer inneren Fläche eine Anzahl von kleinen Körnern und Streifen, welche in Form von Spirallinien geordnet sind und wohl der inneren Schicht dieser Zellenmembran angehören **).

---

*) Complément des observations sur le Marchantia polymorpha, suivi de recherches sur les métamorphoses des utricules, et sur l'origine, des développements et la structure de l'anthère et du Pollen des végétaux phanérogames. Paris 1835. 4to.

**) Meyen: Ueber die Secretionsorgane der Pflanzen. Berlin, 1837. 4to. Tab. VIII. Fig. 6. und 15.

Digitized by Google

Drittes Capitel.

Allgemeine Darstellung über den Bau der Membran, welche die Prosenchym-Zellen bildet.

Das prosenchymatische Zellengewebe bildet den Holzkörper der Coniferen und der Cycadeen und erscheint in vieler Hinsicht so höchst eigenthümlich gebauet, dafs wir uns schon früher berechtigt glaubten, dasselbe zu einer besonderen Gruppe von Zellengewebe zu stellen; es bildet einerseits den Uebergang zwischen Parenchym und Pleurenchym, und anderseits ist darin ein Zwischengebilde zwischen langgestreckten Zellen und sogenannten Spiralgefäfsen zu erkennen. Das straffe Zellengewebe anderer Pflanzen, welches ich noch in meiner Phytotomie p. 121 etc. ebenfalls zum Prosenchym zog, mufs von dem eigenthümlichen Gewebe des Coniferen-Holzes getrennt und als eine Modification des Pleurenchym's betrachtet werden, worüber nach genauerer Untersuchung in dem folgenden Artikel ausführlich gehandelt werden wird. Herr Link *) unterschied zuerst das Prosenchym von dem Parenchym, er begriff jedoch unter diesem Namen ganz andere Gebilde, als diejenigen, von denen hier die Rede ist, und diejenigen, welche Herr Link darunter verstand, gehören nach unserer Eintheilung theils zum Parenchym, theils zu dem kurzen Pleurenchym. Man könnte mir defshalb Vorwürfe machen, indem ich Gelegenheit zu Verwechselungen gegeben habe, doch möge man die grofsen Verschiedenheiten, welche das Zellengewebe des Coniferen-Holzes aufzuweisen hat, als einen Entschuldigungsgrund für mich ansehen. Herr Link betrachtete auch gewöhnliche Parenchym-Zellen als Prosenchym, sobald dieselben mit schiefen Grundflächen auf einander safsen; indessen eine absolute Regelmäfsigkeit in Hinsicht der Lage der Grundflächen besteht wohl auch bei dem Parenchym nicht, auch hier

*) Elementa philos. botan. Ed. alt. p. 77.

Digitized by Google

findet man sie bald mehr, bald weniger von der Horizontalen abweichend. Wir haben defshalb bei der Aufstellung unserer verschiedenen Zellengewebe-Arten mehr auf die ganze Menge der Charactere geachtet, als auf die Lage der Querwände; auch hat Herr Link in der neueren Ausgabe der Philosophia botanica weniger Werth auf seine frühere Eintheilung gelegt.

Das prosenchymatische Zellengewebe der Coniferen ist von aufserordentlicher Festigkeit und die seitliche Vereinigung derselben ist durch die Regelmäfsigkeit der Seiten und durch die Schärfe der Kanten der Zellen so genau, dafs zwischen diesen Prosenchym-Zellen keine Intercellulargänge auftreten. Bei den Cycadeen sind diese Zellen weniger fest, aber ebenfalls so genau mit einander verbunden, dafs keine Intercellulargänge zurückbleiben. Bei den Coniferen so wie bei den Cycadeen bilden die Prosenchym-Zellen ganz allein den Holzkörper, der nur durch horizontal verlaufendes Parenchym, welches die Markstrahlen bildet, durchbrochen wird. Im Stamme anderer Pflanzen ist das Holz aus sehr verschiedenartigen Gebilden zusammengesetzt, wie z. B. aus Faserzellen, aus Spiralröhren und langgestreckten Zellen, hier aber, im Holze der Coniferen, sind nur Prosenchym-Zellen, welche wenige Verschiedenheiten unter sich zeigen, die später näher erörtert werden sollen. Die Wände dieser Zellen verdicken sich, werden fest und bilden auf diese Weise das Holz der Coniferen und der Cycadeen, und dasjenige, was man in diesem Holze mit dem Namen der Spiralgefäfse belegt hat, ist nichts Anderes, als eben solche Zellen, deren Wände noch nicht fest verwachsen und weniger verholzt geblieben sind.

In dem Holzkörper der meisten Coniferen finden sich zwei verschiedene Formen der Prosenchym-Zellen und zwar in bestimmten, nebeneinander liegenden Schichten geordnet, wie man es bei unseren ganz gemeinen Tannen und Fichten sehr deutlich, und zwar schon mit blofsem Auge sehen kann. Ein jeder Jahresring in diesem Holze besteht

Digitized by Google

aus zwei übereinander liegenden Schichten, die innere ist weifslich, die äufsere dagegen bräunlich gefärbt; doch bei genauerer Betrachtung ist ein allmäliger Uebergang aus der einen Farbe, nämlich aus der weifsen in die gelbliche und aus dieser in die bräunliche zu verfolgen, und diese Farbenverschiedenheit der zwei, zu einem und demselben Jahresringe gehörigen Schichten ist mit Hülfe starker Vergröfserungen durch die anatomische Verschiedenheit zu erklären, welche zwischen den Zellen der beiden verschieden gefärbten Schichten stattfinden. Die Zellen der inneren Schicht, der weifslichen nämlich, sind gröfser und kürzer gestreckt als die der braunen Schicht, welche aus kleineren und sehr langgestreckten Prosenchym-Zellen besteht. Aufserdem sind die Wände der Zellen der inneren Schicht nicht bedeutend dick, obgleich man auch in ihnen die Zusammensetzung aus mehreren Schichten sehr deutlich erkennen kann, dagegen verdicken sich die Wände der Zellen in der äufseren oder braunen Schicht des Jahresringes so bedeutend, dafs die Höhle der Zellen beinahe ganz verschwindet, und die ganze Masse ein bräunliches Ansehen erhält. Die bräunliche Färbung entsteht nur durch Uebereinanderlagerung sehr vieler feiner, einzeln betrachtet, fast ungefärbter Schichten, aus welchen die Zellenwände zusammengesetzt sind, und da die Menge dieser Schichten in den Wänden dieser Zellen immer zuzunehmen scheint, je mehr sie nach Aufsen liegen, so wird auch die bräunliche Färbung dieser Zellen in eben demselben Grade immer bedeutender, je mehr sie sich dem äufseren Rande des Jahresringes nähern.

Man kann sich von der verschiedenen Gröfse, Form und Dicke der Wände dieser Zellen einen richtigen Begriff machen, wenn man gute Querschnitte aus dem Holze der gewöhnlichen Tannen untersucht; wenn man aber dergleichen Querschnitte nicht zart genug anfertigt, so kann man den allmäligen Uebergang der Zellen der weifsen Schicht in die der bräunlichen Schicht nicht verfolgen. In dem Holze der Ephedra-Arten kann man, bei

Digitized by Google

dem ersten Anblicke, mit bloſsem Auge keine Jahresringe unterscheiden, da die besondere braune Schicht fast ganz und gar fehlt; wenn man dagegen eine 200malige Vergröſserung anwendet, so erkennt man die Grenzen des Jahresringes durch breiter gezogene und etwas dickwandigere Zellen, welche einen sehr schmalen Streifen bilden.

Die Dicke der braunen und der weiſsen Schicht in dem Jahresringe der Coniferen ist überhaupt bei verschiedenen Arten und Gattungen recht sehr verschieden; bei der Kiefer (Pinus sylvestris) bildet die braune Schicht zuweilen einen ganz feinen Streifen, während die weiſse Schicht meistens eine 4—5mal dickere Holzlage darbietet, doch auch hierin herrschen groſse Verschiedenheiten, worüber in der folgenden Abtheilung dieses Buches die Rede sein wird.

Herr Nicol machte auf die verschiedene Form aufmerksam, welche die Zellen der inneren Schicht des Jahresringes bei den Kiefern darbietet, und er glaubt gefunden zu haben, daſs diese Form bei den, in den amerikanischen Wäldern wachsenden Bäumen mehr regelmäſsig viereckig sei, als bei den einheimischen; indessen dieses ist nicht der Fall, denn beide Formen sind auch bei uns zu finden, sowohl die regelmäſsige, als die unregelmäſsige; letztere scheint immer mit breiteren Jahresringen, also mit schnellem Wachsthume verbunden zu sein.

Die Angaben der Phytotomen über das Dasein der Spiralgefäſse in den Coniferen waren lange Zeit hindurch höchst widersprechend, und sie sind es noch bis zum heutigen Tage, obgleich es sich gegenwärtig nur noch um Ansichten dreht, da die Beobachtungen von allen Seiten übereinstimmen und also offenbar richtig sind. Zwar spricht Moldenhawer *) von Spiralgefäſsen, woraus die Zellen der äuſseren Schicht des Jahresringes von Pinus Abies bestehen sollen, aber eben diese Organe sind es, welche zu einer anderen Ansicht über diesen Gegenstand

*) Beiträge etc. pag. 290.

Digitized by Google

zwingen. Diejenigen Gebilde dagegen, welche man später allgemein für gewöhnliche Spiralgefäfse bei den Coniferen hielt, wurden von Herrn Link in jungen Zweigen der Coniferen, so wie auch in alten Stämmen aber nur in der Nähe des Markes beobachtet. Herr Kieser *) sagte, dafs die einfachen Spiralgefäfse dieser Bäume äufserst klein und nur mit Mühe zu erkennen sind; sie liegen hart am Marke und in dem Mittelnerv der Blätter, und bestehen aus einer einfachen Faser, welche dicht aneinander liegende Windungen bildet, daher auch das Gefäfs ganz undurchsichtig erscheint. Diese aus spiralförmig sich windenden Fasern bestehenden Gebilde sind es, welche man meinte, wenn die Phytotomen von Spiralgefäfsen der Coniferen sprachen, und mehrere Botaniker, denen dieselben nicht zu Gesicht gekommen waren, bestritten den Coniferen die Spiralgefäfse, wie neuerlichst selbst Herr Hartig, obgleich man dieselben schon lange vorher aus der Tanne und aus der Ephedra abgebildet hatte, und auch Herr Kieser solche Gebilde aus der Thuja occidentalis dargestellt hat. Die Spiralgefäfse der Coniferen, von denen Herr Link und Kieser sprechen, waren also, wenigstens nach dem damaligen Standpunkte der Phytotomie, ganz verschiedenartige Organe von den Moldenhawerschen, denn diese Spiralgefäfse bildeten ganze Holzmassen und im Taxus baccata wollte Moldenhawer schon erkannt haben, dafs das ganze Holz aus lauter eigentlichen Spiralgefäfsen bestehe, dagegen fanden sich Link's und Kieser's Spiralgefäfse selbst im Taxusholze nur ganz allein am Marke der Stämme.

Die letzteren Spiralröhren-artigen Gebilde kennend, aber Moldenhawer's schöne Entdeckung übersehend, erklärte ich in meiner kleinen Schrift: Ueber den Inhalt der Pflanzen-Zellen **), dafs das Holz der Coniferen aus prosenchymatischen Zellen bestehe, und dafs im Inneren dieser Zellen Spiralfasern zu beobachten seien, ähnlich

*) Phytonomie. p. 143.
**) Berlin 1828. pag. 53 u. 57.

Digitized by Google

denen, welche Herr Kieser aus dem Holze des Taxus beschrieben und abgebildet hat. Ich hatte schon damals beobachtet, dafs man auch an den jungen Zellen aller übrigen Coniferen bei genauer Untersuchung jene spiralförmig gewundenen Fasern beobachten könne; sie wachsen jedoch später mit der Zellwand so innig zusammen, dafs von ihnen keine Spur übrig bleibt. Nach dieser Verwachsung der einzelnen Windungen der Spiralfaser geht die Zellwand dieser Holzmasse in jene merkwürdige Metamorphose ein, durch welche dieselbe mit höchst niedlich geformten Tüpfeln bedeckt wird.

In der Erkenntnifs dieser Gebilde als Zellen, woraus das ganze Holz der Coniferen besteht, wurde ich durch Herrn Kieser's *) schöne Darstellung dieses Gegenstandes geleitet. Er sagt an jenem Orte: „Die gröfste Merkwürdigkeit in der Pflanzenanatomie sind die, die Spiralgefäfse des Holzkörpers ersetzenden, porösen Zellen der Zapfenbäume, welche als eine Intermediarbildung zwischen Zellen und Spiralgefäfsen angesehen werden können."

Später hat Herr Ad. Brongniart **) die höchst interessante Entdeckung gemacht, dafs das Holz der Cycadeen aus ähnlichen Zellen wie das der Coniferen bestehe. Diese beiden Familien, die Coniferen und die Cycadeen, dem Habitus nach so unähnlich, doch dem Wesen nach so ähnlich, sind den Botanikern sehr beachtenswerthe Erscheinungen. Herr Brongniart bestritt demnach den Cycadeen wie den Coniferen die Spiralgefäfse, und hielt die Organe, woraus das Holz dieser Pflanzen gebildet wird, für verlängerte Zellen, er folgte also Herrn Kieser's und meiner Ansicht. Einige Jahre später erklärte jedoch Herr Mohl ***), dafs das Holz der Cycadeen einzig und allein

*) Phyton. pag. 172.

**) Recherches sur la structure des tiges des Cycadées. — Ann. des scienc. nat. 1829. Avril.

***) Ueber den Bau des Cycadeen-Stammes etc. p. 17. — Akten der Münchener Akademie der Wissenschaften. Bd. X. p. 397, 410 etc.

Digitized by Google

aus Spiralgefäfsen und deren Modification, ohne alle Beimischung von Holzzellen besteht, und über den Bau des Coniferen-Holzes folgte er Moldenhawer's Ansicht, wonach auch dieses aus lauter Spiralgefäfsen zusammengesetzt ist *). Bei dieser grofsen Verschiedenheit in den Ansichten über die Natur dieser Gebilde dünkt es Herrn Treviranus **) am passendsten, dieselben der gestreiften Gefäfsform (worunter gestreifte Spiralröhren verstanden werden) beizugesellen!

Wenn man aber die verschiedenen Ansichten, welche über die Natur der Holz-Zellen bei den Coniferen und Cycadeen ausgesprochen sind, näher erwägt, so möchte man schon aus dieser allein die Ansicht fassen, dafs diese fraglichen Gebilde zwischen langgestreckten Zellen und zwischen Spiralgefäfsen in der Mitte stehen müssen, doch die neuere Ansicht, welche ich im Vorhergehenden über den Bau der Zellenmembran und über die Verwandtschaft zwischen Zellen und Spiralröhren ausgesprochen habe, wird, wie ich hoffe, den Schlüssel zur Lösung dieses Streites geben. Unsere Eintheilungen und Benennungen der Elementar-Organe der Pflanze, sind nur als Erleichterungs-Mittel des Studiums zu betrachten, sie dürfen aber nicht gegen die Mannigfaltigkeit gerichtet werden, welche uns die Natur in ihren Bildungen immer mehr und mehr kennen lehrt, je mehr wir dieselbe beobachten.

Im Vorhergehenden haben wir kennen gelernt, dafs sich in den Wänden der prosenchymatischen Zellen der meisten Coniferen ungemein feine, spiralförmig sich windende Streifen beobachten lassen. Im jugendlichen Alter des Holzes sind sie besonders deutlich, später verwachsen sie jedoch mit der umschliefsenden Membran und man bemerkt nur hie und da einzelne feine, spiralförmig verlaufende Linien, welche alsdann nur noch die Stellen der Verwachsung andeuten. Ganz besonders deutlich sind

*) S. Mohl, De struct. palmarum. pag. XII. §. 29.
**) Physiologie der Gewächse. I. p. 111.

Digitized by Google

diese feinen Streifen in dem langgestreckten Prosenchym zu beobachten, welches die äufsere Schicht des Jahresringes bildet, woselbst sie auch von Moldenhawer beobachtet und beschrieben wurden. Untersucht man aber einen jungen Schöfsling irgend einer Conifere, am besten von solchen, wo diese Schöfslinge eine bedeutende Dicke erlangen, wie z. B. bei Pinus uncinata, so wird man sich sehr bald überzeugen können, dafs die Wände aller dieser Zellen, welche später zu den festen Holzzellen verwachsen, aus lauter feinen, spiralförmig sich windenden Fasern bestehen, welche man, in ganz jungen Gebilden, ganz nach Belieben auseinanderziehen kann, ebenso wie es bei den einfachen Spiralgefäfsen bekannt ist. Wenn man einen solchen Holzring aus einem jungen Schöfslinge zuerst durch Querschnitte untersucht, so wird man finden, dafs die inneren Schichten des jungen Holzes schon ganz vollkommen ausgebildet sind; hier haben die Zellen nicht nur ihre regelmäfsige 4seitige Form, sondern die Fasern, woraus die Zellenwände bestanden, sind fest mit einander verwachsen und die Tüpfel, von denen später die Rede sein wird, sind mehr oder weniger vollkommen ausgebildet. Die äufsere Schicht dieses jungen Holzringes besteht dagegen noch aus ganz unvollkommen ausgebildeten Zellen; es ist eine weiche, gallertartige Masse, in welcher man schmale Streifen von unregelmäfsiger Stellung beobachtet, die nichts anderes, als die Höhlen der jungen Holzzellen und Bastzellen sind, welche sich später zu so regelmäfsigen Formen umwandeln. Wenn man aber diese jungen Zellen auf den Längenschnitten beobachtet, so findet man die Darstellung ihrer Wände durch spiralförmig sich windende Fasern ganz unverkennbar. Demnach wird man schon hieraus schliefsen können, dafs die feinen, spiralförmig verlaufenden Streifen, welche man in den Wänden der alten Prosenchym-Zellen eben derselben Pflanze beobachtet, nichts anderes, als die andeutenden Ueberbleibsel von verwachsenen Spiralfasern sind.

Digitized by Google

Dafs diese Streifen in den Zellenwänden des alten Holzes so undeutlich zu erkennen sind, das hat hauptsächlich in der Dicke der Wände seinen Grund, welche bekanntlich aus einer ganzen Menge von zarten, aufeinanderliegenden Schichten bestehen; die äufseren dieser Schichten sind im alten Holze wohl immer zu einer gleichmäfsigen Haut verwachsen, und es sind in ihnen keine Fasern zu unterscheiden, in den inneren Schichten dagegen bleiben sie zuweilen, mehr oder weniger innig verwachsen zurück. In der äufsersten Schicht der Zellenwand sind die Windungen der Spiralfasern ganz dicht auf einander liegend, in den inneren Schichten dagegen verlaufen sie weitläuftig, oft sogar sehr weitläuftig, und diese sind es eben, welche in den Prosenchym-Zellen des Taxus-Holzes so deutlich zu sehen sind, besonders in jungen Aesten dieser Pflanze, während sie in ganz altem Holze weniger deutlich sind. Ich bin der Ansicht, dafs die, deutlich zu erkennenden Spiralfasern auf der inneren Wand der Zellenmembran im Taxus-Holze, gleichsam, als eine eigene Schicht der Membran, und zwar als die innerste anzusehen sind, während in den äufseren Schichten die Windungen der Fasern mit einander ganz verschmolzen sind.

Moldenhawer *) und Herr Kieser **) entdeckten jenen merkwürdigen Bau der Zellenwände im Taxus-Holze; Ersterer glaubte, dafs es hier nicht feine Fäden wären, welche sich in der Zellenwand spiralförmig winden, sondern dafs es ein beträchtlich breites Band wäre, das allmälig schmäler und dann wieder breiter würde. Zu einer solchen Ansicht konnte man allerdings bei Betrachtung dieser Bildung in altem Holze gelangen, doch im jungen sehe ich auf das deutlichste die feinen Spiralfasern, deren sich bald 3 bald 4 in weitläuftigen Windungen an der inneren Fläche der Zellenwand hinschlängeln, und verän-

*) Beiträge etc. pag. 291.
**) Mém. sur l'organ. etc.

Digitized by Google

dert man den Focus des Instrumentes, so dafs die andere Wand der Zelle zu Gesicht kommt, so kann man das Kreutzen der Windungen der Spiralfaser beobachten.

In den äufseren Theilen der Coniferen und der Cycadeen, als in den Blättern, Blumen und Früchten derselben, sind stets dergleichen sogenannte wahre Spiralröhren zu beobachten, welche meistens mit dichten Windungen, oft aber auch mit weitläuftig auseinanderstehenden Windungen auftreten und neben sich auch fast immer einige, zu getüpfelten Zellen verwachsene Röhren aufzuweisen haben.

Herr Mohl*) hat die Ansicht, dafs jene spiralförmig sich windenden Streifen, welche auf den inneren Wänden der Holzzellen der Coniferen vorkommen, als Fasern zu betrachten sind bestritten, und erklärt dieselben für blofse Verdickungen der Zellenmembran, weil er die Spiralfasern niemals in den Zellen habe umher liegen gesehen, was mir aber ebenfalls niemals geglückt ist; auch habe ich niemals behauptet, dafs diese Faser anfangs frei in der Zelle umherliege, was mir Herr Mohl zuzumuthen scheint. Dagegen ist es mir geglückt, diese feinen Fasern von der inneren Fläche der Zellen zu trennen, welche als parenchymatische Hülle des Stengels bei der Gattung Sphagnum auftreten. Ich kann diesen Fall hieselbst anführen, indem Herr Mohl auch hier nur eine, in spiralförmiger Richtung verlaufende Verdickung der Zellenwände sehen wollte.

Sobald nun die Verwachsung der einzelnen Windungen der Spiralfaser zur gleichmäfsigen Membran der Prosenchym-Zelle stattfindet, mag sie allgemein oder nur theilweise auftreten, so erfolgt sogleich eine eigenthümliche Bildung auf den verwachsenen Stellen, wodurch dieselben ein getüpfeltes Ansehen erhalten, was einstens die Veranlassung war, dafs man die Holz-Zellen der Coniferen mit

*) Schriften der Baierschen Akademie der Wissenschaften zu München, Bd. X. pag. 414.

Digitized by Google

dem Namen der porösen Gefäfse oder der porösen Zellen belegte; eine Benennung, welche offenbar unpassend ist, da jene Tüpfel, wie ich es schon in der Phytotomie auseinandergesetzt habe, durchaus keine Oeffnungen haben. Passender nenne man diese Gebilde des Coniferen- und Cycadeen-Holzes: getüpfelte Prosenchym-Zellen, denn diese Tüpfelung hat bei den Prosenchym-Zellen dieselbe Bedeutung, wie die Tüpfelung bei den Parenchym- und den Pleurenchym-Zellen.

Die eigenthümliche Form der Tüpfel des Coniferen-Holzes hat indessen schon sehr früh die Aufmerksamkeit der Pflanzen-Anatomen auf sich gezogen, doch erst die neueste Zeit hat über diesen Gegenstand hinreichenden Aufschlufs gegeben.

Malpighi *) beschrieb die getüpfelten Zellen des Coniferen-Holzes, zählte dieselben zu den Gefäfsen der Pflanze und gab sehr getreue Abbildungen davon; er erkannte schon, dafs jene Tüpfel keine Poren sind. Herr L. Treviranus **) bestätigte Malpighi's Beobachtung und setzte noch hinzu, dafs in der Mitte jener Tuberkeln (Tüpfel der Neueren) ein kleiner Punkt zu sehen sei, was er auch durch Abbildungen in Fig. 17. und 18. Tab. II. der angeführten Schrift erläuterte. Auch in seinem neuesten Werke ist Herr Treviranus ***) noch nicht zur richtigen Ansicht über den Bau der Tüpfel auf dem Coniferen-Holze gekommen. Er giebt an: „Betrachte ich die mit Tüpfel besetzten Gefäfse auf einem, parallel mit der Oberfläche geführten Längsschnitte, so weichen die sich zunächst gelegenen Wände in gleichen Entfernungen, wie jene Organe sie beobachten, etwas von einander, wie wenn ein kleiner Körper dazwischen läge. Alle diese Beobachtungen scheinen für die Ansicht, dafs es kugelförmige Erhabenheiten seien, zu sprechen. Wie es sich aber auch

*) Opera omnia, Ed. Lugd. p. 10. Tab. 6. Fig. 25.
**) Vom inwendigen Bau der Gewächse. 1806. p. 58.
***) Physiologie der Gewächse. I. pag. 114.

Digitized by Google

damit verhalten möge, so sind sie meistens mit einem kreisförmig begränzten Rande umgeben, der breiter oder schmäler, und zuweilen doppelt ist. Dieser Kreis, der gewöhnlicherweise hell, manchmal aber auch dunkel erscheint, ist für eine Erhöhung der Gefäfswand, verbunden mit einer entsprechenden Vertiefung derselben auf der Rückseite, mit grofser Wahrscheinlichkeit zu halten." Im nächsten Abschnitte werden wir dagegen zeigen, dafs sich die Sache ganz einfach verhält.

Moldenhawer *) hielt die Tüpfel auf den Zellenwänden des Coniferen-Holzes für Erhebungen der Wand, welche in ihrer Mitte durchlöchert wären, daher nannte er jene Elementar-Organe poröse Gefäfse. Auch Herr Kieser **) erklärte die kleinen Kreise, welche in dem Mittelpunkte der gröfseren Kreise stehen, für Poren, eine Meinung, welche schon Leeuwenhoeck ***) aussprach. Herr C. H. Schultz †) hielt dagegen alle diese Beobachtungen für falsch, da es ihm noch nicht gelungen war, diese grofsen Tüpfel mit doppelten Kreisen aufzufinden; er glaubt vielmehr, dafs dieselben nichts weiter, als durchschnittene Markstrahlen-Zellen wären, doch will er es noch unentschieden lassen, was denn eigentlich seine Vorgänger für Wärzchen oder für Poren angesehen haben. Herr Link ††) stellte früher über den Bau der mit Tüpfel besetzten Prosenchym-Zellen eine eigene Meinung auf; er hielt die Wärzchen der früheren Beobachter für kugelförmige Zellen, doch verliefs er alsbald diese Ansicht. In der neueren Ausgabe der Philosophia botanica †††) erklärt dagegen Herr Link, dafs das Innerste der sogenannten Poren, wo also die Oeffnung sein soll, öfters grün gefärbt auftritt; und dafs also diese Stellen ohne Zweifel zu den Bläschen ge-

*) Beiträge etc. pag. 289.
**) Mém. sur l'organ. des pl. Supplém. pag. 302.
***) Arc. nat. det. Delph. pag. 60.
†) Die Natur der lebenden Pflanze. pag. 457—460.
††) Elem. phil. bot. 1834. pag. 80.
†††) 1836. pag. 181.

Digitized by Google

hören. Die Abbildungen, welche Herr Link *) hiezu gegeben hat, lassen hierüber keinen Zweifel, aber vielleicht wäre diese Beobachtung anders zu deuten, da auf den Abbildungen nicht nur die inneren Kreise der grofsen Tüpfel, sondern hie und da auch die äufseren Kreise, ja selbst ganze Stellen der Zellenwände grüngefärbt auftreten. Vielleicht war es eine blofse grüne Färbung der Zellenwand, welche an diesen Stellen beobachtet wurde; ich habe wenigstens ähnliche Färbung zuweilen an der Zellenmembran in der Blattsubstanz von Cycas revoluta und selbst am Blattstiele beobachtet. Im Coniferen-Holze mufs diese Färbung jedoch äufserst selten auftreten, denn ich habe dieselben noch niemals beobachten können.

Herr Mohl **) betrat zuerst den Weg zur richtigen Erklärung über den Bau der Tüpfel auf den Zellen des Coniferen-Holzes. Er wies nach, dafs diese Tüpfel nicht Protuberanzen nach Aufsen sein könnten, wie wir es bis dahin fast allgemein angenommen hatten, sondern zeigte, dafs es kleine Protuberanzen nach der Höhle der Zellen wären, welche durch Auseinandertreten der Wände nebeneinander liegender Zellen entstehen, und dafs dieses Auseinandertreten innerhalb eines genau begrenzten Kreises stattfinde. „In der Mitte dieses Kreises verdünnt sich die Zellwandung plötzlich so, dafs nur eine äufserst feine Membran übrig bleibt und diese verdünnte Stelle bildet nun den von Moldenhawer und Kieser für eine Oeffnung gehaltenen Kreis.“ Die Beschreibung dieses Baues der Tüpfel ist gewifs ganz richtig, sie stimmt auch ganz mit den Beobachtungen überein, welche ich sogleich über denselben Gegenstand vortragen werde, nur die Abbildungen, welche Herr Mohl über diese Tüpfel nach Querschnitten und nach Längenschnitten gegeben hat, sind noch nicht

*) Anatomisch-botanische Abbildungen zur Erläuterung der Grundlehren der Kräuterkunde. Berlin 1836. Fol. Tab. VII. Fig. 3. und Fig. 4.

**) Ueber die Poren des Pflanzen-Zellgewebes. 1828. pag. 17.

Digitized by Google

ganz richtig; offenbar waren die Schnitte noch nicht fein genug, wonach jene Abbildungen gefertigt wurden.

Herr Hartig *) hat dagegen noch im Jahre 1833 eine ganz andere Ansicht über diesen Gegenstand aufgestellt, welche aber schon durch Mohl's schöne Darstellung widerlegt war. Er glaubte in den drüsigen Organen, (worunter die Tüpfel verstanden werden) nur Kugelabschnitte zu sehen, welche mit ihren Schnittflächen der Membran der Zellen aufsitzen und in der Mitte durchbohrt sind (Fig. 1.). Er giebt jedoch ebenfalls an, dafs jene drüsigen Organe nicht von aufsen auf der Membran, sondern wirklich im Inneren der Zellenhöhlung sitzen. Herr Hartig **) beschrieb auch grofse Oeffnungen, welche in den Zellen dieser Hölzer vorkommen sollen, welche aber nichts Anderes, als die durchschnittenen Markstrahlen-Zellen sind, welche über die Prosenchym-Zellen fortlaufen; auch sind diese quer-ovalen Oeffnungen schon von Herrn Kieser ***) abgebildet und richtig gedeutet.

Herr Lindley †) und Herr Guillemin ††) haben neuerlichst die grofsen Tüpfel wieder für drüsige Organe erklärt; nach Herrn Lindley sitzen sie den Seiten der Zellen auf und nach Herrn Guillemin werden sie von der Zelle eingeschlossen und dienen sogar zur Secretion des Harzes. Die Auseinandersetzung des Baues dieser Tüpfel, wie wir sie im folgenden Abschnitte geben, wird das Unhaltbare dieser Ansichten zeigen. Gerade in denjenigen Theilen des Holzes wird das meiste Harz abgesondert, wo die wenigsten und die kleinsten Tüpfel vorkommen.

Betrachtet man die Tüpfel, wie sie auf den Zellenwänden unserer gewöhnlichen Tannen und Fichten vor-

---

*) Ueber die Verwandlung der polykotyledonischen Pflanzen-Zelle, etc. pag. 15.

**) pag. 12.

***) Phytonomie. Tab. V. Fig. 45.

†) Introduct. to bot. pag. 16. Tab. 2. Fig. 3.

††) Mém. sur les effets des l'enlèvement d'un anneau d'écorce sur la tige d'un Pinus sylvestris. — L'Institut. Nro. 88. pag. 10.

Digitized by Google

kommen, wozu eine Abbildung aus der letzteren Pflanze in Fig. 1. Tab. III. nach einem Längenschnitte gegeben ist, bei hinreichend starker Vergröfserung, so bemerkt man in der Mitte des Ganzen einen kleinen, mit einem schattigen Ringe versehenen Kreis und von diesem, bis zu dem äufseren Ringe, welcher in der Zeichnung mit f, f, bezeichnet ist, kann man bei guter Beleuchtung eine Menge von concentrischen Kreisen beobachten, welche nichts Anderes, als die verschiedenen Schichten andeuten, woraus die Membran zusammengesetzt ist. Der kleinere oder innere Kreis, welcher mit e, e, etc. bezeichnet ist, bildet den Tüpfel, und den äufseren Kreis (f, f,) nennt man den Hof des Tüpfels, während wir das Ganze von dem äufseren Hofe eingefafste Stück die Scheibe nennen können. Wenn man bei einer mehr als 400maligen Vergröfserung diese Scheiben betrachtet, so erkennt man, schon bei verschiedener Stellung des Focus ganz deutlich, dafs der Tüpfel und der Hof nicht in einer und derselben Ebene liegen, und hievon wird man durch Querschnitte, welche man der Breite und der Länge nach durch die Tüpfel führt, vollkommen überzeugt. In Fig. 2. dicht daneben, ist ein Querschnitt aus dem Holze der Fichte dargestellt; in der Zelle q ist h h die Scheibe, welche etwas in die Höhle der Zelle hervorragt und i ist der Tüpfel, welcher eine kleine Vertiefung auf der inneren Fläche der Zellenwand, gerade im Mittelpunkte der Scheibe darstellt. Liegen die getüpfelten Zellenwände nebeneinander, wie es in eben derselben Figur sehr deutlich zu sehen ist, so zeigt sich ein schmaler Raum, mit f, f daselbst bezeichnet, welcher durch Auseinandertreten der Zellenwände entsteht, und dieses Auseinandertreten nebeneinanderliegender Zellenwände geschieht dadurch, dafs sich das scheibenförmige Stückchen der Zellenwand, welches durch den äufseren Hof eingefafst war, nach der Höhle der Zelle zu gewölbt hat. Die kleinen Kreise, d. h. die eigentlichen Tüpfel, sieht man jedesmal auf der inneren Fläche dieser Schei-

Digitized by Google

benstückchen als kleine Grübchen oder als verdünnte Stellen, und sie sind in der Zeichnung mit e, e bezeichnet.

In Fig. 3. Tab. III. ist dieser Bau der Tüpfel noch deutlicher zu bemerken; der Schnitt ist, der Länge der Zellen nach, mitten durch die Tüpfel geführt und zwar so, dafs er auch die Zellen der Markstrahlen (k k k k k) in einem rechten Winkel durchschnitten hat. a a ist die Vereinigungslinie der beiden äufseren Flächen zweier nebeneinander liegender Zellen; c c ist die innere Fläche der einen Zellenwand und l l die innere Fläche der angrenzenden Zellenwand. An den Stellen g, g, g treten diese Zellenwände auseinander und in der Mitte einer jeden von diesen dadurch entstandenen Hervorragungen findet sich auf der inneren Fläche der kleine Tüpfel e, e, e, welcher mit dem Tüpfel f, f, f der gegenüber liegenden Zellenwand sehr genau correspondirt.

Dieses ist der Bau der grofsen mit einem besonderen Hofe versehenen Tüpfel auf den Wänden der Zellen des Coniferen-Holzes; ihre Bildung geschieht schon sehr früh, denn meistens findet man in dem jungen Schöfslinge die Wände der Zellen noch ganz aus wirklich abrollbaren Spiralfasern bestehend, während schon an einzelnen Stellen, wie z. B. bei der Fig. 13. Tab. IV., die Windungen der Faser auseinander treten und aus der, sich dazwischen bildenden Haut der ganze Tüpfel mit seinem Hofe entsteht; dicht daneben sind dann noch die deutlichen Windungen der Spiralfaser zu beobachten. Soviel ist hiebei ganz bestimmt zu beobachten, dafs der kleine Tüpfel gerade zwischen zwei Windungen der Spiralfaser erscheint. Auch Herr Mohl*) bestätigt dieses, obgleich er meine Ansicht zu widerlegen suchte, indem er anführt, dafs die Fasern (z. B. bei Taxus) immer zwischen den Poren (Tüpfeln) verlaufen.

In den jungen Prosenchym-Zellen von Pinus uncinata und P. sylvestris, welche der inneren oder weifsen Schicht

*) Ueber den Stamm der Cycadeen etc. pag. 414.

Digitized by Google

des Jahrringes angehörten, habe ich auf Querschnitten das Auseinandertreten der Zellenwände zur Bildung des Hofes schon ganz ausgebildet beobachten können, obgleich noch die Wände, fast in ihrem ganzen Verlaufe, aus spiralförmig sich windenden Fasern bestanden. Auch kann man ziemlich allgemein in solchen Fällen beobachten, dafs sich der Hof des Tüpfels, also die Erhebung der Zellenwand nach der Höhle der Zelle zu früher bildet, als der Tüpfel im Inneren des Hofes.

Es möchte passender sein, dafs ich erst an diesem Orte die Beobachtungen des Herrn Valentin *) anführe, welche in ganz neuester Zeit bekannt gemacht sind und über den Bau der Tüpfel im Coniferen-Holze eine ganz eigenthümliche Ansicht verbreiten, welche wir jedoch, in Folge unserer Beobachtungen, nicht nur nicht beistimmen können, sondern vielmehr als wirklich irrthümlich darstellen möchten. Herr Valentin giebt an, dafs unter schwächerer Vergröfserung ein jeder querdurchschnittener Tüpfel aus dem Holze von Pinus sylvestris, als ein ziemlich gleichmäfsiger, mehr oder minder langer, schmaler Kanal erscheint, der sich nach aufsen ziemlich plötzlich in einen dreieckigen Raum erweitert. Dieser dreieckige Raum soll den Hof des Tüpfels bilden und soll durch eine feine Membran geschlossen sein, welche Herr Valentin für die erste oder ursprüngliche Schlauchschicht der Zellen hält, während die übrigen Schichten, welche sich immer der inneren Fläche der äufseren Schicht anlegen, Verholzungsschichten genannt werden. So oft ich die Tüpfel der Coniferen und der Cycadeen, sowohl auf Querschnitten, als auf Längenschnitten beobachtet habe, ist mir niemals eine Spur von einer solchen äufseren Schicht zu Gesicht gekommen, welche die Lücke äufserlich umschliefst, und gewifs eben so wenig wird auch Herr Mohl, nachdem wir diesen Gegenstand von Neuem untersucht haben,

*) Repertorium für Anatomie und Physiologie. I. Berlin 1836. pag. 81.

Digitized by Google

eine solche Haut beobachtet haben. Es kann nur eine besondere Verwechselung Veranlassung dazu gegeben haben, dafs Herr Valentin diese irrige Ansicht über den Bau des Tüpfels bei den Coniferen verbreitet hat. Der Tüpfel, er mag klein sein, oder einen langen Kanal (Poruskanal wie ihn Herr Valentin nennen will) bilden, dringt niemals von Aufsen in die Substanz der Zellenmembran, sondern immer von der inneren Fläche der Zellenwand durch die inneren Schichten derselben. Wenn man aber das Holz eines schnell gewachsenen Fichtenstammes, besonders die inneren Jahresringe auf sehr feinen Querschnitten untersucht, so wird man gar nicht selten von denjenigen Seiten der Zellenwand, welche ohne Tüpfel sind, wie z. B. bei k Fig. 13. Tab. IV., eine mehr oder weniger tief in die Zellenhöhle hineinragende Wulst beobachten, welche bei genauer Betrachtung gar nichts Anderes ist, als eine Partie von losgetrennten Schichten der Zellenmembran, während die äufseren oder die äufsersten Schichten noch in ihrer natürlichen Lage zurückgeblieben sind. Hier lassen sich also die feinen Schichten, woraus die Membran besteht, mit Leichtigkeit von einander trennen, und man hüte sich, dafs man die Wülste, welche dadurch entstehen, nicht etwa für Tüpfel mit ihrem Hofe ansehe.

Einen ähnlichen Bau haben die Tüpfel auf den Wänden der Prosenchym-Zellen des Cycadeen-Holzes, wozu die Abbildungen in Fig. 4., 5. und 6., so wie die Darstellungen in Fig. 7. und 8. Tab. III. die nöthige Erklärung geben. Die Verschiedenheit zwischen den Tüpfeln bei den Cycadeen und denen bei den Coniferen, besteht eigentlich nur in der Form. Bei den Coniferen ist der eigentliche Tüpfel, welcher im Mittelpunkte des Hofes gelegen ist kreisrund, bei den Cycadeen ist er dagegen langgezogen, elliptisch und steht meistens sehr schräg; der Hof umschliefst dann den Tüpfel, hat aber ebenfalls gewöhnlich eine mehr elliptische Form. Wie sehr verschieden indessen die Form des Hofes auf den Holzzellen der Cycadeen

Digitized by Google

ist, das kann man schon in den drei angeführten Zeichnungen sehen; doch es kommen hierin noch gröfsere Verschiedenheiten vor, ja oft ist der Hof noch unregelmäfsiger gestaltet, als in Fig. 6. Auch hier ist der langgezogene elliptische Tüpfel nichts Anderes, als eine verdünnte Stelle in der inneren Fläche der Zellenwand, während der Hof durch Auseinandertreten der äufseren Flächen der Zellenwände gebildet wird, wie es in Fig. 7. und Fig. 8. Tab. III. zu sehen ist.

Die Richtung des inneren Kreises, welcher den wahren Tüpfel andeutet, ist von der Richtung der Windungen der Spiralfaser abhängig, weil die Tüpfel immer zwischen zwei Fasern, welche später ganz verwachsen sind, auftreten, und daher entspricht auch die Richtung dieser Tüpfel in solchen Fällen dem Laufe spiralförmiger Linien, wo mehrere Reihen von diesen grofsen Tüpfeln auf einer Wand nebeneinander stehen, wie z. B. in Fig. 4. bei der verwachsenen Prosenchym-Zelle a a a a. Die Linien b, b, b, welche auf dieser Wand und zwischen den Tüpfeln verlaufen, sind die Stellen, wo die angrenzenden Zellen mit ihren Rändern und Kanten befestigt waren.

Besonders beachtenswerth möchte hier noch die Stelle a in Fig. 5. Tab. III. sein; in dieser Figur ist ein Theil der Röhre a a a a Fig. 4. bei einer 420maligen Vergröfserung dargestellt. Der elliptische Tüpfel im Inneren des Hofes war in der gewöhnlichen schrägen Stellung zu beobachten, wenn man aber bei diesem Objekte den Fokus veränderte, so dafs der Tüpfel der angrenzenden Zellenwand zu Gesicht kam, so bemerkte man, dafs sich die Richtung desselben mit der des Tüpfels in der darüber liegenden Zellenwand kreuzte. Das Holz eines Cycas-Stammes von der Insel Luçon zeigt mir dieses Kreutzen seiner Tüpfel in übereinander liegenden Zellenwänden ganz allgemein. Die Erscheinung ist offenbar leicht zu erklären, indem man in den Parenchym-Zellen ganz deutlich beobachten kann, wie die Spiralfasern, woraus die Wände bestehen, nicht immer in nebeneinander liegenden

Digitized by Google

Zellen gleiche Richtung in ihrem Laufe verfolgen. Hiebei mache ich gleich auf eine ähnliche Erscheinung aufmerksam, welche in §. 113. meiner Phytotomie beschrieben ist, aber damals noch nicht gedeutet werden konnte. Macht man nämlich einen Längenschnitt aus dem Holze von Pinus Abies und zwar in der, durch die Linie e f Fig. 1. Tab. XIII. daselbst angedeuteten Richtung, so kann man an demselben beobachten, dafs der gewöhnliche kreisrunde Tüpfel im Inneren des Hofes nicht vorhanden ist, dafs aber die Stelle desselben durch zwei kleine, elliptische Kreise ausgefüllt wird, welche nach Oben zusammenstofsen und sich nach Unten von einander trennen, etwa so, wie es die Abbildung zur Phytotomie in Fig. 8. Tab. XIII. zeigt. Es ist offenbar, dafs hier durch den schrägen Schnitt die Tüpfel von zwei nebeneinander liegenden Zellenwänden nebeneinander zu liegen kommen, und es erscheint nun, als wenn sie in einer und derselben Fläche lägen.

Die Vertheilung und das Auftreten dieser grofsen Tüpfel auf den Zellenwänden des Holzes der Coniferen und der Cycadeen ist aufserordentlich bemerkenswerth, aber es herrschen hierin bei verschiedenen Gattungen grofse Verschiedenheiten. Vor Allem ist zu bemerken, dafs sich die grofsen Tüpfel meistens nur auf denjenigen Seiten der Zellen zeigen, welche den Markstrahlen zugewendet sind, dafs dagegen diejenigen Seiten der Zellen, welche dem Rande und dem Marke zugewendet sind, ganz glatt und ohne Tüpfel erscheinen. Da nun die Zellen des Holzes der Coniferen meistens regelmäfsige 4seitige Figuren zeigen, wie z. B. in Fig. 2. Tab. III. aus der gemeinen Fichte zu sehen ist, so sind immer nur zwei Seiten der Zellen mit Tüpfel bedeckt, während die beiden anderen Seiten ohne Tüpfel sind. Macht man also Längenschnitte durch das Holz dieser Pflanze, welche im rechten Winkel die Markstrahlen durchschneiden, so kann man höchstens die Durchschnitte von den Tüpfeln auf den Seitenwänden der Zellen beobachten.

Digitized by Google

Die Menge der Tüpfel auf den Wänden der Prosenchym-Zellen ist bei unseren gemeinen Kiefern sehr verschieden, aber die Verhältnisse, welche ihr Auftreten befördern oder verhindern, sind noch unbekannt. Gewöhnlich stehen diese grofsen Tüpfel in einer Reihe, welche mehr oder weniger ununterbrochen die ganze Wand bedeckt. Mitunter kommen Unterbrechungen auf lange Strecken vor, wo die Zellenwand auch keine Spur von Tüpfel zeigt. Die Prosenchym-Zellen der inneren weifsen Schicht des Holzringes sind reicher an Tüpfel, als die Zellen der äufseren Schicht, und dann treten dieselben hier sehr häufig ohne Hof, also ganz so, wie die kleinen Tüpfel in den Wänden der Parenchym-Zellen auf.

Bei allen unseren einheimischen Coniferen findet sich auf den entsprechenden Wänden der Zellen, immer nur eine einzelne Reihe jener grofsen, mit einem Hofe umgebenen Tüpfel; doch zuweilen treten, auch bei diesen, mehrere Reihen von kleinen Tüpfeln auf den entsprechenden Zellenwänden auf; diese kleinen Tüpfel, welche ohne den äufseren Hof erscheinen, sind gleichsam Stellvertreter der grofsen Tüpfel. Diese kleinen Tüpfel kommen ebenfalls nur auf denjenigen Seiten der Zellen vor, welche den Markstrahlen zugewendet werden, und ganz besonders häufig an denjenigen Stellen, wo sich die Wände der Prosenchym-Zellen mit denjenigen der Markstrahlen-Zellen verbinden. Aeufserst selten ist die ganze Zelle dieser Umwandlung unterworfen, häufiger sind nur einzelne Stellen dieser mit doppelten Reihen kleiner Tüpfel bedeckt, während dicht daneben nur einfache Reihen von Tüpfel mit doppelten Kreisen vorkommen. Durch diese doppelten Reihen kleiner Tüpfel erhalten die Prosenchym-Zellen das Ansehen gewöhnlicher getüpfelter Zellen.

Sowohl Moldenhawer als Kieser haben diese eigenthümliche Abänderung in der Structur der Coniferen-Zelle beobachtet; mit Unrecht sagt jedoch Herr Kieser*) dafs

*) Phyton. p. 145.

Digitized by Google

sie nur an denjenigen Stellen vorkomme, wo Markstrahlen und Prosenchym-Zellen zusammenstofsen, und dafs 2—4 dieser Tüpfel die ganze Stelle einnehmen, welche eine Zelle der Markstrahlen deckt. Einen interessanten Fall beschreibt Hr. Moldenhawer aus dem Holze der Wurzel des Lerchenbaumes, wozu er eine Abbildung in Fig. 4. Tab. VI. giebt. Hier sind nämlich die getüpfelten Röhren sehr breit, so dafs zwei Reihen solcher grofser, mit einem Hofe umgebener Tüpfel neben einander vorkommen. An denjenigen Stellen aber, wo die Zellen der Markstrahlen über diese Zellen fortlaufen, da verschwinden die grofsen Tüpfel und an ihrer Stelle treten 4 Reihen kleiner Tüpfel auf, so dafs also auch hier für jeden grofsen Tüpfel zwei kleine auftreten.

Zuweilen, was jedoch nur sehr selten ist, treten eine Menge kleiner Tüpfel rund um den kleinen Tüpfel in der Mitte des Hofes auf, so dafs sie dem ganzen Rande der Scheibe ein getüpfeltes Ansehen geben, wie es bei k k Fig. 1. Tab. III. zu sehen ist.

Das Erscheinen einer doppelten Reihe von grofsen Tüpfeln auf der entsprechenden Wand der Prosenchym-Zelle, hängt mit der Breite der Zelle unmittelbar zusammen, so kann man an den Zellen junger Pflänzchen, z. B. der Araucarien, welche in alten Stämmen immer mehrere Reihen von Tüpfel zeigen, meistens nur eine Reihe derselben beobachten. So verhält es sich auch im Holze des Lerchenbaums; die gewöhnlichen Röhren haben nur eine Reihe von Tüpfel, die grofsen dagegen in der Wurzel zeigen deren sogleich zwei Reihen. Bei der Gattung Ephedra, sind ebenfalls die gröfseren Röhren mit zwei Reihen grofser Tüpfel bedeckt, während die kleinen immer nur eine Reihe zeigen. Bei dem Holze alter Araucarien-Stämme kommen immer wenigstens zwei Reihen von grofsen Tüpfeln vor, ja man hat selbst noch mehr Reihen auf einer und derselben Wand der Zelle dieses Holzes beobachtet. So zeigen besonders fossile Coniferen-Stämme, zu drei, vier und auch mehr Reihen dieser grofsen Tüpfel, worü-

Digitized by Google

ber ich auf Hrn. Nicol's Untersuchungen aufmerksam machen möchte. Nach dem, was wir in diesem Abschnitte über die Form und die Structur-Verhältnisse der Prosenchym-Zellen gesagt haben, wird es sehr leicht sein, selbst unter den versteinerten Hölzern die Coniferen aufzufinden. Ja man kann sogar durch die verschiedenen Verhältnisse der Jahresringe, durch die Zahl und Stellung der Tüpfel und durch die Form der Zellen auf Gattungen schliefsen, aber niemals, wie ich bemerken mufs, mit der systematischen Gewifsheit.

Besonderer Erwähnung verdient das Holz der Gattung Ephedra, welches sich, in Hinsicht der Structur von demjenigen der übrigen Coniferen recht sehr unterscheidet; Hr. Kieser*) machte zuerst auf diese Verschiedenheit aufmerksam und gab auch eine richtige Deutung derselben. Die Prosenchym-Zellen des Holzes der Ephedra-Arten ist, gleich demjenigen der übrigen Coniferen, ebenfalls mit Tüpfel besetzt, welche in Reihen geordnet stehen. Die Tüpfel sind aber meistens sehr klein und auf den langen und dickhäutigen Zellen, welche die äufserste Schicht des Jahresringes bilden, finden sich fast einzig und allein nur kleine Tüpfel, welche ohne besonderen Hof versehen sind. Diese kleinen Tüpfel finden sich aber auch nicht selten auf den gröfseren Zellen, welche die innere Schicht des Holzringes bilden, und ganz besonders häufig in jungen Aesten der Ephedra distachya, weniger dagegen auf dem Holze der dicken Stämme von Ephedra americana, wozu mehrere grofse Abbildungen auf Tab. VI. A. und Tab. VI. B. zu meiner Harlemer-Preisschrift gegeben sind, auf welche ich verweisen mufs. Das Auffallendste bei der Structur des Holzes der Gattung Ephedra ist, dafs mitten in der Holzmasse einzelne Zellen von besonderer Gröfse auftreten, gleichsam in demselben Verhältnisse, wie sonst die grofsen getüpfelten Spiralröhren in dem Holze der gewöhnlichen Dikotyledonen erscheinen. Diese grofsen

*) Mém. l. c. Tab. XXII. Fig. 109.

Digitized by Google

Röhren im Holze der Ephedra-Arten sind ebenfalls Prosenchym-Zellen; ihre schief verlaufenden Grundflächen womit sie aufeinanderstehen, sind ganz deutlich zu erkennen. Auch diese grossen Zellen*) sind wie die übrigen Zellen dieses Holzes von allen Seiten mit Tüpfeln bedeckt, also nicht nur auf den, den Markstrahlen zugewendeten Seiten, wie bei den gewöhnlichen Coniferen, sie haben aber, da ihre Wände so breit sind, fast immer doppelte Reihen aufzuweisen, und zwar von den grofsen, mit einem äufseren Hofe versehenen Tüpfeln, während die angrenzenden Zellen deren nur eine Reihe zeigt. Wenn man aber diese grofsen Zellen auf denjenigen Seiten betrachtet, welche den Markstrahlen-Zellen zugewendet sind, so bemerkt man, dafs, meistens an den Enden der Zellen, eine Menge von grofsen, gröfstentheils in zwei Reihen gestellten Tüpfeln erscheinen, in deren Mitte aber der kleine Kreis fehlt, welcher sonst den eigentlichen Tüpfel oder die verdünnte Stelle der Membran andeutet. Hr. Kieser erklärte schon diese grossen Ringe, welche besonders deutlich aus dem Holze der Ephedra americana auf den Tafeln zu meiner Harlemer Preisschrift abgebildet sind, für Löcher, und dieser Angabe stimme ich gegenwärtig ebenfalls bei, nachdem ich selbst die Entstehung derselben mehrmals habe verfolgen können. Färbt man die Wände solcher Zellen mit Jodine, so sind die darin befindlichen grofsen Löcher ganz deutlich zu sehen, und sie entstehen durch wirkliches Ausfallen des Scheibchens der Membran, welche den kleinen Tüpfel und den umschliefsenden Hof umfafst. Dieses Scheibchen ist, wie wir es früher kennen gelernt haben, blasenförmig nach der Höhle der Zelle ausgedehnt und wahrscheinlich durch die starke Ausdehnung der Zellenmembran, da sich diese grofsen Zellen um das doppelte und dreifache ihres Volumens vergröfsern, reifst das Scheibchen aus seiner Verbindung; oftmals findet man es noch zum Theil in seiner Lage, doch endlich trennt es

*) S. g g in Fig. 9. Tab. XIII. zur Phytotomie.

Digitized by Google

sich mit seinem ganzen Rande und fällt in die Höhle der Zelle. Die Zellen der Markstrahlen sind in dem Holze der Ephedra-Arten sehr stark mit kleinen Tüpfeln besetzt, welche ganz den Bau der Tüpfel bei den gewöhnlichen Parenchym-Zellen haben; daher denn auch die durchschnittenen Zellenwände ein ähnliches Ansehen zeigen. Ueberhaupt mache ich noch die Bemerkung, dafs die Structur des kleinen Tüpfels auch in den Wänden der Prosenchym-Zellen der Gattung Ephedra mehr übereinstimmend mit dem Baue derselben, bei gewöhnlichen dickwandigen Parenchym-Zellen ist, was ich durch viele Abbildungen auf Tab. VI. A. Fig. 4, 5, 6, 9 etc. der Harlemer-Preisschrift dargestellt habe. Der äufsere Hof, welcher den kleinen Tüpfel umgiebt, entsteht auch hier durch blofses Auseinandertreten der Zellenwände.

Bei den Cycadeen sind die Tüpfel auf den Prosenchym-Zellen des Holzes ganz ebenso, wie bei den Coniferen gestellt, nämlich nur auf denjenigen Wänden der Zellen, welche den Markstrahlen zugewendet sind, während die anderen Wände ganz glatt sind. Dagegen zeigen die getüpfelten Röhren in den Holzbündeln des Blattstieles auf allen ihren Seiten dergleichen Tüpfel, wie z. B. in Fig. 7. Tab. III. aus Cycas revoluta dargestellt ist, wärend der erstere Fall, wo nur die zwei gegenüberstehenden Wände mit Tüpfel besetzt sind, in Fig. 8. Tab. III. aus dem Holze einer Cycas-Art von Manila zu sehen ist. In diesem Stamme von 4 Zoll Durchmesser sind die einzelnen Zellen zuweilen so breit, dafs sie, wie in Fig. 6. Tab. III., 4 bis 5 Reihen von grofsen Tüpfeln neben einander stehend haben, und die Schnittflächen dieser dicken Wände zeigen, wie es auch die Abbildung darstellt, ihre Zusammensetzung aus vielen sehr feinen Schichten ganz deutlich. Der Anblick, welchen die getüpfelten Röhren aus dem Holze der Cycas-Stämme darbieten, ist in der That oftmals bewunderungswürdig schön und kaum eine Darstellung möglich. Hr. Mohl*) sagt schon bei

*) l. c. p. 407.

Digitized by Google

Gelegenheit seiner Untersuchung des Cycadeen-Stammes, dafs die Tüpfel daselbst in viel gröfserer Menge, als bei den Coniferen auftreten, doch kann ich nicht beistimmen, wenn man sagt, dafs sie selten so regelmäfsig wie bei den Tannen vorkommen. Ich habe Schnitte vor mir, wo die Regelmäfsigkeit in der Stellung und Form dieser Tüpfel im höchsten Grade ausgezeichnet ist. Aber fast immer liegen zwei Reihen von Tüpfeln nebeneinander, und sehr selten ist die Vertheilung unregelmäfsig zu nennen.

Viertes Capitel.

Allgemeine Darstellung über den Bau der Membran, welche die Pleurenchym- oder Faser-Zellen bildet.

Die Membran, welche die Wände der Faserzellen bildet, wird wie schon früher mehrmals bemerkt worden ist, öfters ganz aufserordentlich dick; auf glücklich geführten Querschnitten erkennt man, bei einer guten Erleuchtung des Instrumentes, verschiedene schattige Kreise, welche in der Substanz der Zellenwand concentrisch um den Mittelpunkt, oder vielmehr um die Höhle der Zelle gelagert sind. Diese schattigen Kreise sind die verschiedenen Schichten, woraus die dicke Membran der Faser-Zellen besteht. Auch hier hat Hr. Mohl*) diese schichtenförmige Zusammensetzung der Zellenmembran entdeckt und dieselbe aus Cocos botryophora abgebildet. Die Faserzellen der baumartigen Farrn verhalten sich in Hinsicht der Structur fast ganz so, wie die der Palmen, und überhaupt ist diese Schichtung der Zellenwand besonders in solchen Fällen deutlich zu beobachten, wo die Zellenwände gefärbt erscheinen, obgleich es mit einem guten Instrumente

*) De structura palmarum. Tab. N. Fig. 8.

Bayerische Staatsbibliothek München

Digitized by Google

sehr leicht ist, auch bei vollkommen ungefärbter Zellenwand, die verschiedenen feinen Schichten zu erkennen. So sind diese concentrischen Kreise besonders leicht an den durchschnittenen Wänden der Faserzellen aus den Blättern der Hakeen zu beobachten; oft sieht man hier ganz deutlich, dafs die Membran zuweilen nur aus zwei, oder aus drei Schichten besteht *). Die Erklärung dieser Erscheinung ist ganz natürlich, wenn man in diesen concentrischen Kreisen die Begrenzungen der Schichten von verschiedener Dichtigkeit erblickt, welche die Membran zu verschiedenen Zeiten ihres Wachsthumes auf der inneren Fläche der Zellenwand ansetzte. Dieses ist indessen nicht etwa eine blofse Erklärung, sondern das Dasein dieser verschiedenen Schichten läfst sich ganz bestimmt nachweisen. In Fig. 7. Tab. I. sind einige dieser Faserzellen aus der harten Schicht eines baumartigen Farren nach einem Querschnitte dargestellt; wenn man solche gut gelungene, feine Schnitte unter das Mikroscop legt und sie mit gehörig feinen Nadeln von einander zerrt, so gelingt es nicht selten, dafs man die einzelnen Schichten, woraus die dicke Zellenwand besteht, von einander zieht, und nun sieht man ganz bestimmt, dafs die verschiedenen Schichten durch die concentrischen Kreise, welche auf dem Querschnitte der Zellenwand zu sehen sind, angedeutet werden. Dieses Trennen der einzelnen Schichten der Zellen ist jedoch bei anderen Pflanzen nicht immer so leicht.

Auch hier ist es nicht leicht möglich die Zeiträume zu bestimmen, in welchen sich die einzelnen Schichten dieser Wände gebildet haben; Jahresringe darf man darin nicht erkennen, denn einmal zeigen nicht alle Zellen eines und desselben Pleurenchym-Bündels eine gleiche Anzahl von solchen Ringen, ja viele zeigen gar keine, wenn andere 3 und 4 derselben concentrische Kreise zeigen. Es kommt aber auch vor, dafs die Faserzellen in jährigen

*) S. die Abbildung eines Querschnittes aus dem Blatte der Hakea nitida in Fig. 2. Tab. V. meiner Harlemer Preisschrift.

Digitized by Google

Pflanzen und jährigen Pflanzentheilen mit verschiedener Anzahl von Schichten erscheinen. Soviel ist aber gewifs, dafs mit zunehmendem Alter die Zahl der Schichten in der Zellenmembran zunimmt, und dafs zuletzt, da sich diese Schichten immer auf der inneren Zellenwand absetzen, die ganze Höhle der Faser-Zelle geschlossen wird. Dieses Verstopfen der Zellen-Höhle in den Röhren welche das Holz bilden, hat schon Hr. Mirbel*) beobachtet, ohne jedoch das Dickerwerden der Membran durch Anlage neuer Schichten erkannt zu haben.

Auf dem Querschnitte der Faser-Zellen, welche wir in Fig. 7. Tab. I. gegeben haben, wird man noch eine zweite Eigenthümlichkeit bemerken, welche in der Structur dieser Membran begründet ist. Ich meine hiemit die dunkeln Streifen, welche von der Höhle aus radial nach den Rändern der Zellen verlaufen. Diese dunkeln Streifen sind feine Kanäle in der Zellenwand, wie es besonders gut in Fig. 8. Tab. I. zu sehen ist; sie sind nichts Anderes, als die Tüpfel in den Wänden der Parenchym-Zellen, nur dafs jene viel feiner oder enger sind, dabei aber auch viel länger, weil die Wände viel dicker sind. Es laufen diese Kanäle durch alle die concentrischen Schichten der Wand hindurch bis zur äufseren Begrenzung derselben; es ist mir aber nicht möglich gewesen in dem Auftreten derselben eine gewisse Regel zu erkennen. Es ist allerdings häufig, ja vielleicht fast immer der Fall, dafs diese feinen Kanäle, welche die Membran durchziehen, zu den Kanälen der nebenanliegenden Zellen verlaufen; es ist dieses aber nicht immer der Fall, ganz so, wie wir dieses schon bei dem Auftreten der Tüpfel-Kanäle in angrenzenden Parenchym-Zellen angegeben haben. Ja diese langen Kanäle in der Zellenwand verästeln sich zuweilen, wie bei h Fig. 7. Tab. I. u. s. w.

Auch diese radial verlaufenden Streifen, wie die concentrischen Schichten in den Wänden der Faser-Zellen,

*) Aphorism. pag. 1.

Digitized by Google

sind von Hrn. Mohl*) bei der Untersuchung der braunen Holzröhren im Palmenstamme entdeckt; er hielt sie für Gänge, welche eine freie Communication zwischen den Höhlen der nebeneinander liegenden Zellen vermittelten, indem diese Gänge, wie er angab, immer so gestellt wären, dafs ihre Mündungen von zwei aneinandergrenzenden Zellen aufeinander stiefsen. Dafs diese letztere Angabe wohl nicht immer der Fall ist, davon wie ich glaube, kann man sich durch die Beobachtung überzeugen. Hr. Mohl erklärte die besondere Dicke dieser Zellenwände durch Einschachtelung der einen Zelle in die andere, wobei jedoch die inneren oder die eingeschachtelten Zellen keine vollkommen geschlossene Blasen wären, sondern gröfsere und kleinere Lücken hätten, und dafs sich diese, in allen später sich bildenden eingeschachtelten Zellenmembran-Schichten einander ganz genau entsprächen, d. h. immer ganz genau übereinander lägen, so dafs auf diese Weise die ununterbrochenen Kanäle in der sich verdickenden Membran entstehen.

Wenn man dergleichen Faser-Zellen auf den Längsschnitten untersucht, so wird man zuweilen die Tüpfel unter der Form kleiner Kreise, ganz wie bei den Parenchym-Zellen beobachten, doch mufs hiezu die obere Wand der Zelle unverletzt sein. Ist der Schnitt dagegen durch die Höhle der Zelle geführt, so sind die Durchschnitte der Zellenwand auf beiden Seiten der Höhle zu beobachten und in diesen, oft sehr dicken Durchschnitten findet man die, der ganzen Länge nach durchschnittenen Kanäle, welche im Vorhergehenden von den Enden aus gesehen, als kleine Kreise oder Tüpfel erschienen. Herr Mirbel giebt schon an, dafs die Membran der dicken Röhren, welche das Holz bilden, bisweilen mit sehr feinen Poren durchlöchert ist. Offenbar hat Herr Mirbel diese Tüpfel

*) De structura palmarum. pag. V. §. 9. etc. und Flora v. 1831 pag. 443. etc.

Digitized by Google

für die feinen Poren gehalten. In der auf Tab. I. in Fig. 13. gegebenen Zeichnung eines solchen Längenschnittes, wird man das Gesagte zum Theil ganz vollständig dargestellt finden; es ist auch leicht einzusehen, dafs bei der grofsen Dicke der Zellenwand, so wie bei der grofsen Länge der Tüpfel-Kanäle nur sehr wenige Schnitte genau in der Richtung geführt werden können, so dafs der Kanal in der durchschnittenen Wand seiner ganzen Länge nach zu sehen ist. Wendet man schwächere Vergröfserungen bei Untersuchung dieses Gegenstandes an, so kann man dickere Schnitte beobachten, und dann gelingt es öfters den Kanal seiner ganzen Länge nach zu beobachten.

Schwerlich möchte man den Bau der Faser-Zellen bei einer anderen Pflanze deutlicher erkennen, als bei alten Aesten von Cactus grandiflorus, wo dicht aufserhalb des Holzringes einige kleine Bündel von Bastzellen auftreten. Diese Zellen, welche in Fig. 8. und 9. Tab. I. abgebildet sind, zeigen einmal die deutlichsten Schichten, woraus die Wand derselben zusammengesetzt ist, dann zeigen sie auch die, von der Höhle der Zelle aus radial nach der Peripherie verlaufenden Kanäle, und auf den Längenschnitten sind diese, wie Fig. 10. ebendaselbst zeigt, auf das deutlichste in den Seitenwänden der Zellen zu sehen, wo sie ganz ansehnlich lange Kanäle bilden.

Die Faser-Zellen sind im Verhältnifse zu den übrigen Zellen der Pflanzen ganz aufserordentlich lang, und in einigen Pflanzen zeichnen sie sich dadurch noch ganz besonders aus. Durch die Länge, so wie durch die Festigkeit und Feinheit dieser Gebilde, können dieselben zu vielfach verschiedenen technischen Zwecken benutzt werden. Der Flachs, der Hanf und andere dergleichen Substanzen bestehen ganz aus Faser-Zellen und werden theils durch Fäulnifs, theils durch starke Erhitzung und nachheriges starkes Klopfen von allen anderen umgebenden Substanzen, als von den Parenchym-Zellen, den Spiralgefäfsen u. s. w. getrennt. Je genauer die einzelnen Faser-Zellen zur Bereitung jener Substanzen von einander ge-

Digitized by Google

trennt sind, um so feiner sind die Fäden derselben. Hanf- oder Flachs-Fäden erscheinen dem unbewaffneten Auge oftmals ganz einfach, während das Mikroskop noch ihre Zusammensetzung aus mehreren Fasern nachweist. So kann also der Flachs wie der Hanf, schon durch bloſse genaue Bearbeitung einen viel höheren Grad von Feinheit erlangen, als derselbe gewöhnlich zeigt.

Da die Faser-Zellen bei verschiedenen Gewächsen so sehr verschieden in ihrer Dicken-Dimension sind, so sind auch die Gewebe, welche man aus den Faser-Zellen so verschiedener Pflanzen bereitet, sehr verschieden fein, und in eben demselben Grade sind sie bei verschiedenen Pflanzen mehr oder weniger fest oder zähe. Der Neu-Seeländische Hanf besteht aus den Faser-Zellen der Blätter von Phormium tenax und zeichnet sich durch auſserordentliche Festigkeit aus, ja er übertrifft vielleicht noch das sogenannte Aloe-Garn, welches die Faser-Zellen aus den Blättern einiger Agaven-Arten ist, und von Amerika aus zu uns in den Handel kommt. In den tropischen Gegenden Indiens wird gegenwärtig sehr viel Hanf aus den Stämmen der Pisang-Pflanze, besonders aus denen der Musa textilis R. auf den Philippinischen Inseln zubereitet, und da auch, bei einer und derselben Pflanze, die Faser-Zellen verschiedener Lagen sehr verschieden fein sind, so kann man aus dem Stamme jener Musa sehr verschiedene Sorten von Hanf und Flachs bereiten. Die Faser-Zellen, welche in den äuſseren Blattscheiden des Stammes liegen, sind gröber, da die inneren Scheiden dagegen feiner und die im innersten Theile des Stammes am feinsten; diese letzteren Fasern sind so fein, daſs man sie mit Seide zu sehr feinen Geweben verwebt, während die gröberen zu Schnüren und zu Tauwerk verbraucht werden. Diese Pisang-Stämme erreichen eine Höhe von 7 und von 8 Fuſs und die Faser-Zellen, welche man aus ihnen durch Fäulniſs und durch Klopfen scheidet, sind dann von eben derselben Länge. Da die Stämme der Musa-Arten eine so groſse Anzahl von Spiralröhren aufzuweisen haben, welche

Digitized by Google

sich mit Leichtigkeit abrollen lassen, so dafs man von dieser Pflanze ganze Massen der feinen Spiralfasern sammeln kann, so hat man mitunter geglaubt, dafs es die Spiralfasern wären, welche aus jener Pflanze zur Bereitung der feinen Zeuge benutzt wurden, was aber nicht der Fall ist.

Ganz aufserordentlich fein sind die Faser-Zellen in den Blättern der Ananas-Gewächse und man bereitet defshalb aus ihnen die feinsten und kostbarsten Zeuge.

Besonders beachtungswerth ist es noch, dafs die Faser-Zellen, welche den Bast in der Rinde dikotyledoner Bäume darstellen, dafs diese im getrockneten Zustande brüchig sind und daher auch nicht zur Verwebung benutzt werden können.

Die Faser-Zellen der Gewächse sind indessen nicht immer von so aufserordentlicher Länge und nicht immer in jeder Hinsicht so verschieden geformt wie die übrigen Zellen, welche die Masse der Pflanzensubstanz bilden. Bei vielen der saftigen Cactus-Gewächse liegen hie und da die Faser-Zellen ganz vereinzelt in der Parenchym-Masse, und diese sind schon ähnlicher den langgestreckten Zellen. Bei den verschiedenen Arten der Gattung Rhipsalis und Pereskia sind dergleichen sehr leicht und von sehr verschiedener Länge zu beobachten; sie sind hier sehr dickhäutig und stark mit Tüpfel besetzt, welche auf den Durchschnitten der starken trichterförmigen Kanäle in der Zellenwand zeigen. Bei den Cactus-Arten mit einem wahren Holzcylinder findet man einzelne Bündel dieser Faser-Zellen auf der äufseren Fläche des Holzkörpers gelagert und diese, wie auch Fig. 10. Tab. I. zeigt, sind wahre Uebergänge in langgestreckte Parenchym-Zellen.

Den allmäligen Uebergang der Faser-Zellen in langgestreckte Parenchym-Zellen, kann man, ganz besonders schön im Inneren der Holzbündel monocotyledonischer Gewächse verfolgen. Man betrachte z. B. den Querschnitt eines Holzbündels aus Scirpus lacustris, wovon in Fig. 2. Tab. II. eine Darstellung gegeben ist. Hier sieht man an

Digitized by Google

dem oberen Theile desselben, bei l l, eine Menge gewöhnlicher dickwandiger Faser-Zellen mit äufserst kleinen Höhlen, und eine eben so grofse Masse dieser Zellen kommt dicht am unteren Theile des Holzbündels, bei m n vor. Zwischen letzteren Zellen treten jedoch zwei einzelne Zellen (n z. B.) auf, welche eine gröfsere Höhle und eine dünnere Wand haben, und ebenso verhalten sich die übrigen Zellen, welche die ganze Masse des Holzbündels zwischen den Spiralröhren i, i und dem Luftkanale k ausfüllen. Diese Zellen zeigen einmal auf dem Querschnitte gewöhnliche feine Wandungen von vielfach verschiedener Form, und auf den Längenschnitten zeigen sie sich als langgestreckte Parenchym-Zellen, welche mit ganz horizontalen Grundflächen aufeinander stehen; je näher sie den dickwandigen Faser-Zellen gelagert sind, um so länger sind sie auch gestreckt.

Alle die Faser-Zellen, von denen hier die Rede war, zeigten in ihrem ganzen Verlaufe eine mehr oder weniger regelmäfsige Prisma-Form mit allmälich zugespitzten Enden, um so auffallender erscheinen diese Gebilde bei den Apocyneen und Asclepiadeen, wo sie in der Zellenschicht zwischen dem Holzringe und der inneren Rinde hie und da zerstreuet oder in kleinen Bündeln vorkommen, und sowohl auf den Längsschnitten, als auf den Querschnitten die verschiedenartigsten Formen zeigen, welche leichter durch Abbildungen als durch Worte zu beschreiben sind. Diese Röhren bilden den Bast jener Gewächse. Auf Tab. VI. sind dergleichen Zellen aus der grünen Rindenschicht von Sarcostemma aphyllum (Ceropegia aphylla), Nerium Oleander und Hoya carnosa abgebildet; es ist sehr schwer, dergleichen Gebilde auf lange Strecken durch den Schnitt blofs zu legen, es gelingt indessen viel besser, wenn man sie durch Maceration von den umgebenden Parenchym-Zellen trennt, und auf diese Weise sind auch die Präparate zubereitet, welche in den Figuren 2. bis 7. Tab. VI. abgebildet sind. Die Länge dieser Zellen ist meistentheils sehr bedeutend und daher sind immer nur einzelne Enden

Digitized by Google

derselben abgebildet. Am häufigsten möchten diese Faser-Zellen in der Art auftreten, wie sie in den Figuren 1. bis 5. dargestellt sind; die breiten Enden verlaufen plötzlich in eine feine Spitze, und diese ist bald mehr bald weniger lang, wie man es schon bei Vergleichung dieser Figuren sehen kann. Auch bemerkt man an diesen Abbildungen, dafs die Zellen in ihrem Verlaufe bald mehr bald weniger breit, ja oft ganz zusammengezogen sind, was besonders Fig. 2. zeigt. In Fig. 4. bemerkt man bei a und bei b gewisse krumme Linien, welche die breiteren Stellen der Zelle vor ihrer Verengerung begrenzen und diese Linien halte ich für die Begrenzung der Höhlen in der Zelle, denn in der schmalen Stelle bei e ist keine Höhle im Inneren zu beobachten. In Fig. 5. sind diese verschiedenen Höhlen besonders in der Zelle c d zu sehen, und in Fig. 6. sind sie bei i und bei k ganz besonders auffallend. Wenn man diese Faser-Zellen auf dem Querschnitte beobachtet, so erscheinen sie mehr oder weniger bandförmig zusammengedrückt und ihre Höhle ist aufserordentlich klein, ja, wie wir schon vorhin bemerkten, sogar an vielen Stellen ganz geschlossen. Fig. 5. bei e f zeigt sogar einen Fall, wo die Faser-Zelle in ihrem ganzen Verlaufe ohne Höhle ist; auch solche Formen sind auf dem Querschnitte etwas breitgedrückt.

Am interessantesten und zugleich am abweichendsten von der Form der gewöhnlichen Faser-Zellen sind dergleichen Formen, wie sie bei a b Fig. 5. und bei a b Fig. 6. dargestellt sind. Die Eindrücke, welche hier zu beiden Seiten der Zelle zu sehen sind, wurden durch die angrenzenden Parenchym-Zellen ausgefüllt und es ist, als wenn diese durch den gegenseitigen Druck jene Eindrücke und Vertiefungen in der Wand veranlafst hätten. Weniger stark sind diese Eindrücke für die angrenzenden Zellen bei e f Fig. 5. zu sehen, und dergleichen breite Stellen in der Zelle, wie sie bei i und bei k in der Zelle g h Fig. 6. zu sehen sind, möchten ebenfalls durch den Druck von angelagerten Parenchym-Zellen zu erklären sein. Das

Digitized by Google

Auftreten solcher Unebenheiten auf den Wänden der Faser-Zellen ist aber eigentlich nach den gegenwärtigen Beobachtungen nur bei Pflanzen aus den Familien der Apocyneen und der Asclepiadeen bekannt; in den übrigen Fällen sind die Wände der Faser-Zellen von besonderer Festigkeit, und der Verlauf der angrenzenden Parenchym-Zellen mufs sich nach diesen richten. Fast ganz in derselben Art erscheinen diese eigenthümlich gestalteten Faser-Zellen bei dem Oleander, in der Hoya carnosa und in den Vinca-Arten, wovon man sich durch Maceration einzelner Stengel-Stücke am leichtesten überzeugen kann.

Noch auf einen anderen Fall mache ich hier aufmerksam, wo die Seitenwände der Faser-Zellen nicht überall parallel verlaufen, sondern mehr oder weniger bogenförmige Vertiefungen zeigen, worin kleine kugelrunde Zellen von gleicher Gröfse zur Hälfte aufgenommen werden, so dafs die andere Hälfte dieser kleinen kugelförmigen Zellen von der Wand der nebenanliegenden Faser-Zelle umschlossen wird. Es liegt also hier eine Reihe von kugelförmigen Zellen jedesmal zwischen zwei Faser-Zellen, in deren Wände sie gleichsam hineingelagert sind, wie ich dieses bei einigen Orchideen ganz deutlich sehen kann. Diese Eigenthümlichkeit scheint nur in den Holz-Bündeln einiger Monocotyledonen vorzukommen, auch sind in den einzelnen Bündeln vielleicht nur wenige solcher Reihen von kugelförmigen Zellen eingelagert, vielleicht nur 4 oder 5, doch ist es schwer hierüber in das Reine zu kommen. Ich habe das Vorkommen solcher kugelförmiger Zellen neben den Faser-Zellen schon früher bei Marantha Zebrina und in Bambusa arundinacea *) beobachtet, doch eine speciellere Arbeit über diesen Gegenstand würde wahrscheinlich den Zweck dieses eigenthümlichen Baues erklären.

Auf das Vorkommen dieser eigenthümlichen Faser-Zellen, welche einzeln oder in Bündeln in der Parenchym-

*) Phytotomie. pag. 67.

Digitized by Google

Masse der Rinde verlaufen, glaube ich bei der Gattung Sarcostemma in meiner Phytotomie zuerst aufmerksam gemacht zu haben. Später erklärte Herr Mirbel *) dergleichen röhrenförmige Zellen in den inneren Rinden-Schichten des Oleanders für Lebenssaft-Gefäfse, wogegen ich zu beweisen suchte, dafs sie nichts Anderes wären, als was die deutschen Phytotomen unter fibrösen Röhren oder Faser-Zellen verstehen **). Herr Mohl ***) hat jene Ansicht des Herrn Mirbel ebenfalls in Zweifel gezogen und ein ähnliches Verhalten dieser Bast-Zellen, wie er sie nennt, bei Vinca major, Apocynum androsaemifolium, Cynanchum nigrum, C. acutum, Asclepias syriaca und A. incarnata nachgewiesen. Er sagt von ihnen, dafs sie weit, an den Enden plötzlich stark verengert, nicht sehr dickwandig, aber deutlich aus mehreren Schichten zusammengesetzt sind. Ganz neuerlichst hat auch Herr Valentin †) über den Bau dieser Bast-Zellen von Nerium odorum geschrieben; auch er giebt an, dafs diese Zellen an gewissen länglichen Stellen bauchigt angeschwollen, dazwischen aber verdünnt und parallelwandig sind. Die angeschwollenen Theile sind mit Höhlen im Inneren versehen, während in den dazwischen liegenden Enden keine Höhlung enthalten ist; diese Angaben stimmen mit meinen Beobachtungen und Abbildungen ganz überein.

Höchst auffallend ist es jedoch, dafs die Structur dieser Bast- oder Faser-Zellen aus den Blättern der Hoya carnosa bisher so ganz unbeachtet oder verkannt geblieben ist. In den Fig. 6. bis 8. Tab. VI. sind dergleichen

---

*) Remarques sur la nature et l'origine des couches corticales et du liber des arbres dicotylédones. — Lues à l'Acad. d. scienc. le 2. Mars 1835. — Ann. des Scienc. nat. 1835. I. p. 143 etc.

**) S. meinen Jahresbericht in Wiegmann's Archiv der Naturgeschichte. Berlin 1836. Heft 3. pag. 63 etc.

***) Ueber Pflanzen-Substanz etc. Tübingen 1836. pag. 32.

†) Ueber den Bau der vegetabilischen Membran, insbesondere der secundären Verholzungsschichten. — S. dessen Repertorium der Anatomie und Physiologie etc. Berlin, 1836. pag. 89.

Digitized by Google

Zellen abgebildet und man wird an diesen Figuren erkennen, dafs sie sich im Allgemeinen ganz wie die abgebildeten Faser-Zellen von Sarcostemma aphyllum verhalten, nur dafs sie, was aber eben so auffallend ist, sogar verästelt auftreten. Diese Verästelung ist eben die Ursache gewesen, wefshalb man diese Gebilde für die Milchsaft-führenden Gefäfse angesehen hat und wodurch man sogar ganz bestimmt beweisen wollte, dafs die Circulation des Milchsaftes gar nicht stattfinden könne, indem die Enden dieser Behälter geschlossen wären, was allerdings auch in den Abbildungen auf Tab. VI. zu sehen ist. Indessen die grofse Verschiedenheit, welche zwischen den Milchsaft-Gefäfsen und zwischen diesen, so eigenthümlichen Faser-Zellen herrscht, kann man am besten durch Vergleichung der Abbildungen dieser Gegenstände erkennen, welche sich in den Fig. 1. bis 9. Tab. VI. und in Fig. 10. Tab. VI. befinden; die letztere Zeichnung giebt eine Darstellung der wahren Milchsaftgefäfse aus der grünen Rinde von Sarcostemma aphyllum, während in den vorhergehenden Figuren die Faser-Zellen abgebildet sind, welche in derselben Rinde jener Pflanze nur etwas tiefer gelegen sind.

Auch hier bei den verästelten Faser-Zellen aus den Blättern der Hoya carnosa wird man an einzelnen Stellen Höhlen erblicken, während dieselben an anderen Stellen ganz geschlossen sind, ja die Enden sind verästelt, keulenförmig angeschwollen, oder platt gedrückt, und an den seitlichen Eindrücken erkennt man überall die Form der Parenchym-Zellen, welche unmittelbar neben den Wänden dieser Gebilde safsen, aber durch Maceration davon getrennt sind. Dieses Mittel ist auch hier sehr gut anzuwenden, denn durch Horizontal-Schnitte wird man selten eine solche Länge des Blattes durchschneiden, als zur gehörigen Uebersicht des ganzen Behälters nöthig ist.

In Hinsicht der Structur der Faser-Zellen bleibt uns noch die Betrachtung der feinen, spiralförmig verlaufenden Streifen übrig, welche man auf den Wänden dieser Zellen, besonders bei einigen Pflanzen so aufserordentlich

Digitized by Google

deutlich sehen kann. Seit dem Jahre 1833, als ich die Zusammensetzung der Zellenmembran aus feinen spiralförmig sich windenden Fasern bei der Gattung Stelis entdeckte und im darauf folgenden Jahre in der Harlemer Preisschrift publicirte, habe ich mich beständig bemüht, die Allgemeinheit dieser Structur für die Membran sämmtlicher Zellen nachzuweisen, und wie ich glaube, so ist mir dieses schon seit einigen Jahren hinreichend gelungen, ganz besonders in Bezug auf die Faser-Zellen; doch sind mir die Herren Mohl und Valentin in der Publikation dieses Gegenstandes zum Theil zuvor gekommen. Ich habe schon auf pag. 21 angegeben, dafs der ältere Moldenhawer in der Membran der Zellen Netze, von feinen Fasern beobachtet habe: diese Beobachtung bezieht sich offenbar auf dergleichen Faser-Zellen, welche er in einzelnen Fällen mit vasa nutrientia bezeichnet. Seit jener Zeit bis zum Jahre 1836 hat keiner der Botaniker jene niedlich verlaufenden Netze von schattigen Streifen auf den Wänden der Faser-Zellen näher beobachtet. Ich erinnere mich dieselben schon vor vielen Jahren gesehen zu haben, doch es ging mir, wie es anderen Beobachtern gegangen ist, dafs ich diese Zeichnung der Membran übersah.

In der neuen, schon im vorhergehenden Paragraphen angeführten Schrift des Herrn Mohl *) beschreibt derselbe das Ansehen der Wände dieser Faser-Zellen mit der ihm eigenen Genauigkeit. Er sagt von den Faser-Zellen der Vinca minor: „An den weicheren Stellen war ihre Membran mit spiralförmigen, steil ansteigenden Linien besetzt, und zwar so, dafs ein Theil dieser Linien rechts, der andere links gewunden und dadurch die Membran in kleine, rhombenförmige Felder getheilt war. — Jedenfalls geht hieraus deutlich hervor, dafs die Schichten, woraus die Zellenmembran zusammengesetzt wird, nicht vollkommen homogen sind, sondern eine faserige Textur besitzen.“ Dasselbe Ansehen beobachtete Herr Mohl an der Wand

*) Ueber Pflanzen-Substanz. 1836. p. 23.

Digitized by Google

dieser Zellen bei dem Oleander und deutet die Erscheinung auf eine Verwandtschaft in Hinsicht der Structurverhältnisse der Zellenwand dieser verschiedenen Pflanzen.

„Soll man nun," sagt Herr Mohl, „aus diesem fasrigen Ansehen der Baströhren der angeführten Pflanzen die Ansicht, die schon von Grew (gewifs mit Unrecht, wird hier Grew's Ansicht aufgeführt, wefshalb ich auf pag. 20 nochmals verweise) u. A. gesagt wurde, herleiten, dafs die Zellenmembran aus Fasern zusammen gewoben sei? Ich glaube nicht. So viel man an dieser aufserordentlich zarten, nur mit guten Instrumenten bei günstiger Beleuchtung erkennbaren Bildungen wahrnehmen kann, so scheint die Substanz jener scheinbaren Fasern vollkommen dieselbe zu sein, wie die, welche ihre Zwischenräume ausfüllt und es scheint jenes fasrige Aussehen nicht sowohl auf die Existenz von wirklichen, getrennten Fasern hinzuweisen, als vielmehr auf geringe Unterschiede in der Dicke der Zellenmembran, vielleicht auf eine abweichende Anlagerung der Moleküle an einzelnen Stellen, vielleicht auf geringe Unterschiede in der Dichtigkeit der Membran, etc."

An einer anderen Stelle (p. 25) führt Herr Mohl an, dafs diese faserige Bildung der Zellenmembran auch mit Poren-Bildung gemeinschaftlich auftreten kann, und ich glaube den innigen Zusammenhang dieser beiden Erscheinungen nachgewiesen zu haben. Gerade von dieser faserigen Structur der verschiedenen Schichten der Zellenmembran, ist die spiralförmige Stellung der Tüpfel in den Wänden der Zellen abhängig, welche ich in meiner Phytotomie zuerst nachgewiesen habe.

Nach dem Erscheinen der Schrift des Herrn Mohl hat Herr Valentin *) diesen Gegenstand ausführlicher behandelt, er glaubt durch seine Untersuchungen über mehrere Punkte Aufschlüsse erhalten zu haben, welche für die gesammte Pflanzenphysiologie von wichtigem Einflusse

*) Ueber den Bau der vegetabilischen Membran, insbesondere der secundären Verholzungsschichten. l. c. p. 83.

Digitized by Google

sein dürften. Unter verholzt sein der Zellenmembran versteht Herr Valentin die Zusammensetzung derselben aus einer gröfseren oder geringeren Anzahl von übereinander liegenden Lamellen, eine Begriffsbestimmung, welche offenbar ganz abweichend von der bisherigen über diesen Gegenstand ist, und auch wohl nicht angenommen werden kann, denn diese Zusammensetzung der Zellenwände aus verschiedenen Schichten zeigt sich sehr häufig auch bei solchen Zellen, welche ihre ganze Lebensdauer hindurch weich und unverholzt bleiben.

Herr Valentin hat jenes streifige Ansehen der Bast-Zellenwände ebenfalls bei sehr vielen Pflanzen beobachtet und dadurch die Allgemeinheit dieser Structurverhältnisse für die Membran der Bast-Zellen angedeutet, Beobachtungen, welche mit den meinigen übereinstimmend sind. Wir könnten noch eine weit gröfsere Zahl von Pflanzen anführen, worin die Wände der Faser-Zellen, sowohl die des Bastes als auch die des Holzes eine solche streifige Structur zeigen, indessen es würde zu nichts Weiterem führen, da wir schon jetzt den Schlufs ziehen dürfen, dafs diese Erscheinung ganz allgemein ist; in Fällen aber, wo dieselbe nicht deutlich genug auftritt, da möge man nur unter verschiedenen Zeitverhältnissen beobachten, denn in älteren Pflanzen tritt sie immer deutlicher und deutlicher hervor. Herr Valentin sucht es deutlich zu machen, dafs das Vorkommen dieser Spirallinien eine Folge des Verholzungsprozesses sei, indessen diese Ansicht wird wohl ganz beseitigt, wenn man die Zusammensetzung der Membran, selbst in den krautartigsten Pflanzen, als bestehend aus spiralförmig gewundenen Fasern erkennt. Herr Valentin *) hat sogar eine Bildungsgeschichte der aus faserigem Baue bestehenden inneren Schichten dieser Faserzellen gegeben, welche allerdings sehr interessant ist, aber wohl schwerlich als ein Resultat der Beobachtung angesehen werden dürfte; bei allem möglichen Fleifse,

*) l. c. p. 94 etc.

Digitized by Google

welchen ich auf diesen Gegenstand richtete, war ich nicht im Stande, so etwas verfolgen zu können, wohl aber schien es mir klar zu werden, dafs der wirkliche Vorgang bei dieser Bildung der spiraligen Streifen ein anderer sei.

Vor Allem möchte ich zuerst bemerken, dafs ich meine Ansicht über die Zusammensetzung der Zellenmembran aus spiralförmig sich windenden Fasern, welche ich bei den Parenchym- und den Prosenchym-Zellen wohl deutlich genug auseinandergesetzt und bewiesen habe, auch auf die Wände dieser Faser-Zellen ausdehnen möchte, und dafs ich dadurch geleitet bin, zu erklären, dafs die spiralförmig laufenden feinen schattigen Linien, welche auf den Wänden dieser Faser-Zellen beobachtet werden, gerade die Vereinigungslinien der aneinanderliegenden Fasern sind, und dafs also die gleichmäfsige, zwischen zwei feinen Streifen verlaufende Substanz die wirkliche Faser ist, welche aber mit den nebenanliegenden gleich im Anfange der Bildung so innig verwächst, dafs man sie nicht mehr von einander trennen kann. Nur bei ganz jungen Faser-Zellen der Art kann man, durch sorgfältiges Schaben der Membran mit einem scharfen Messer mehr oder weniger genau einzelne Fasern aus derselben trennen.

Herrn Mohl's Ansicht, welche gleich im Anfange des vorhergehenden Abschnittes mitgetheilt wurde, dafs diese Streifen vielleicht durch eine spiralförmige Anlagerung der Moleküle entstehen, ist gewifs die richtige, welche ich aber auch zugleich für das Wachsthum der Zellenmembran allgemein aufzustellen wünschte. In dem vorliegenden Falle kann uns freilich nur die Analogie dahin führen, dafs die Membran der Faser-Zellen ebenfalls aus Spiralfasern besteht, welche durch jene schattigen Streifen angedeutet werden, indem es nicht gelingt, diese Fasern von einander zu trennen. Bei den Prosenchym-Zellen der Coniferen verhielt es sich jedoch ganz ebenso; in den jungen Schöfslingen zeigten sich die ursprünglichen Wände der Zellen ganz deutlich aus diesen spiralförmig gewundenen Fasern bestehend und alsbald verwuchsen diese Fasern so innig,

Digitized by Google

dafs kaum noch eine Spur zurückblieb, an welcher diese Vereinigung der Fasern zu erkennen war. Aber ebenso, wie bei den Prosenchym-Zellen auch die äufserste Schicht der Zellenwand aus Spiralfasern besteht, ebenso verhält es sich bei den Faser-Zellen, während Herr Valentin der Ansicht ist, dafs die äufserste Schicht dieser Zellen gleichmäfsig ist, und dafs nur erst die Inneren, wodurch die Verholzung der Zellen geschieht, solche streifige Structur erlangen.

Wenn man die Wände dieser Faser-Zellen bei starker Vergröfserung betrachtet, so erscheint ein Bau wie der, welcher in Fig. 9. Tab. VI. aus dem Oleander dargestellt ist, mehr oder weniger deutlich, und es ist hier der einzige bis jetzt bekannte Fall zu beobachten, wo die Richtung der Spiralfasern in den verschiedenen Schichten, woraus die Wände bestehen, deutlich als verschieden auftritt. Die horizontalen Streifen, welche ganz besonders bei sehr jungen Faser-Zellen der Art zu beobachten sind, gehören der äufsersten Schicht an, die schief verlaufenden dagegen bilden die inneren Schichten der Membran, und hier verlaufen die Fasern, wie es scheint, in allen übereinanderliegenden Schichten in einer und derselben Richtung, und die kreuzenden Fasern, welche man, wie es auch die Zeichnung zeigt, sehr gewöhnlich in den inneren Schichten dieser Wände sieht, gehören der entgegengesetzten Wand der Zelle an. Es ist nicht leicht, über diesen Gegenstand ganz in das Reine zu kommen, doch bei sehr starken Vergröfserungen gelingt es, dafs man durch Veränderung des Fokus bald die eine, bald die andere Schicht der Zellenwand, ganz nach Belieben zu Gesicht bringt, was man aber durch die verschiedene Richtung der Spiralfasern erkennt, woraus dieselben zusammengesetzt sind. Bei den mehr gleichwandigen Röhren, sieht man oft nur die horizontal verlaufenden Streifen, welche der äufseren Schicht angehören, aber an den breiten und platten Stellen dieser Faser-Zellen des Oleanders oder der Vinca wird das Durchkreuzen der Fasern defs-

Digitized by Google

halb so häufig beobachtet, weil die Zellen an diesen Stellen oft ganz platt zusammengedrückt sind, daher die Spiralen der unteren Wand mit den der oberen Wand zu gleicher Zeit zu sehen sind, was indessen bei cylindrischen oder prismatischen Zellen der Art nicht vorkommt. Siehe hiezu die Abbildung aus Nerium Oleander in Fig. 9. Tab. VI.

In Bezug auf die Richtung, d. h. das mehr oder weniger steile Ansteigen der Spiralen in diesen Zellenwänden, gilt alles dasjenige, was wir über diesen Gegenstand schon pag. 19. gesprochen haben; je gröfser die Zahl der Fasern ist, welche parallel laufend zu einem Bande verbunden sind, um so schräger mufs die Richtung der einzelnen Windungen der Faser sein, und Ringe können nur entstehen, wenn die Wand durch die Windungen einer oder einiger Fasern gebildet werden! Die geringe Elevation der Spiralwindungen wird durch die Zahl der Fasern bestimmt, welche nebeneinander parallel verlaufen, aber keineswegs durch das verschiedene Alter, worin sich diese Gebilde befinden, wie Herr Valentin *) an einem anderen Orte glaubt nachgewiesen zu haben. Es verhält sich dieser Gegenstand sehr einfach; die Elevation der Spiralwindungen wird immer bedeutender, je gröfser die Zahl der Fasern ist, welche parallel neben einander verlaufen. Wenn eine einzelne Faser die Windungen veranlafst, so liegen diese, d. h. wenn die Windungen der Faser dicht nebeneinander liegen, fast ganz horizontal und nun kann die Faser zerreifsen und sich in Ringe umgestalten, was wir bei der Betrachtung der Spiralgefäfse näher erörtern werden.

Aufserordentlich bemerkenswerth ist es, dafs diese langen Röhren der Apocyneen und Asclepiadeen, von welchen bisher die Rede war, zu verschiedenen Zeiten mehr oder weniger mit einer Flüssigkeit gefüllt sind, welche sehr reich an kleinen und gleichgrofsen Kügelchen ist,

*) l. c. pag. 95.

Digitized by Google

die jenen des wahren Lebenssaftes ähnlich sind. Nirgends ist dieser Inhalt deutlicher zu sehen, als in diesen grofsen Röhren des Oleanders, doch wird man die Kügelchen nicht zu jeder Zeit und auf jedem Schnitte finden, und diese Kügelchen sind es wohl, von welchen Herr Valentin beobachtet haben will, dafs sie sich spiralförmig aneinander reihen und die faserige Structur der Membran zeigen, wozu sie aber wohl viel zu grofs sein möchten. Ebenso wie die Kügelchen des wahren Milchsaftes, zeigen auch diese, in den Röhren des Oleanders jene Molekülarbewegung, welche einst R. Treviranus zuerst an den Kügelchen der Milch von Vinca beobachtete. Ob eine Bewegung des Saftes in diesen Zellen vorhanden ist, ob dieselbe eine Rotationsströmung ist, wie in den Zellen der Charen, oder ob sie in einer anderen Art erscheint, das ist mir noch nicht geglückt zu beobachten, eine Circulation, wie in den anastomosirenden Gefäfsen des Schöllkrautes u. s. w., kann nicht vorhanden sein, da diese Faser-Zellen stumpf oder spitz enden, wenn sie auch, wie bei der Hoya, in den Blättern selbst verästelt auftreten. Durch alle diese Eigenthümlichkeiten erhalten jedoch jene Faser-Zellen der Apocyneen und Asclepiadeen eine eigenthümliche Wichtigkeit, denn nicht nur an ihrer Form, sondern auch durch ihre Verästelung, Stellung und hauptsächlich durch ihren Inhalt unterscheiden sie sich so auffallend von den Faser-Zellen, und näheren sich den Milchsaft'sgefäfsen so sehr, dafs man dieselben als eine Mittelbildung betrachten mufs, welche zwischen den Faser-Zellen und den Milchsafts-Gefäfsen steht; wir dürfen diese Elementar-Organe nicht mit Gewalt der einen oder der anderen Reihe jener Gebilde zuzählen, weil solche Abtheilungen einmal in unserer Wissenschaft vorhanden sind, sondern wir müssen uns freuen, auch hier, zwischen den langen Zellen und den eigenthümlichen, anastomosirenden Gefäfsen Uebergangsformen gefunden zu haben.

Dieses System eigenthümlicher Faser-Zellen in de Gattung Ceropegia, Nerium, Hoya u. s. w., tritt neben

Digitized by Google

jenen des wirklichen Gefäfssystemes auf, wodurch auf das Bestimmteste erwiesen wird, dafs jene langen Röhren nicht für Milchsaftsgefäfse zu halten sind, daher auch aus der Structur derselben keine Gründe gegen die Bewegung des Milchsaftes zu entnehmen sind. Verfertigt man feine Querschnitte aus dem Stamme der Ceropegia aphylla oder aus anderen Arten dieser Gattung, so kann man den Ring von kleinen Bündeln jener langen Faser-Zellen oder Bast-Zellen neben dem Holzkörper beobachten, aber äufserlich von jenem Ringe, also etwas näher der Epidermis des Stammes, findet man die einzelnen Aeste der eigenthümlichen Milchsaftsgefäfse durchschnitten; in einem alten Stamme sieht man die eigenen Wände dieser Gefäfse sehr deutlich, und der Längenschnitt, welcher auf diese Gefäfse geführt wird, zeigt das vielfach anastomosirende Gefäfsnetz, ganz in der Art, wie es Fig. 19. Tab. VI. der Abbildung zeigt. Auch in der Rinde von Nerium Oleander ist dieses eigene Gefäfssystem, unmittelbar vor jenen Faser-Zellen liegend zu beobachten.

Schliefslich noch einige Beobachtungen über das Vorkommen einzelner Faser-Zellen dicht unter der Epidermis der Blätter; wir haben hierauf schon früher bei verschiedenen Monocotyledonen aufmerksam gemacht, doch hier laufen diese Zellen ganz gerade, parallel mit dem Durchmesser, während sie sich in den Blättern verschiedener Dicotyledonen äufserst niedlich geschlängelt zeigen, ganz eben so, wie der Verlauf der Bast-Zellen, wenn sich dieselben um die Markstrahlen des Rindengewebes winden. Macht man z. B. einen Schnitt parallel der Epidermis durch das Blatt des Olivenbaumes, so dafs die Epidermis mit den, zunächst auf ihr liegenden Zellen von der oberen Blattfläche blofsgelegt wird, so wird man jenen Verlauf der sich schlängelnden Faser-Zellen mehr oder weniger deutlich beobachten. Es liegt nämlich dicht auf dieser Epidermis eine Lage von Faser-Zellen, welche immer in kleinen Bündeln, zu 2, 3 und 4 nebeneinander liegenden Zellen auftreten, und von diesen Bündeln verlaufen seitlich einzelne Zellen

Digitized by Google

zu den nahe gelegenen Bündeln, an deren Seiten sie dann weiter gehen, wodurch eben der geschlängelte Lauf dieser Zellen verursacht wird; es ist aber keine Verästelung der Zellen.

Herr Link *) hat diese Art von Faser-Zellen: gedrehte Zellen genannt. Besonders bemerkenswerth möchte der Umstand sein, dafs diese Faserzellen dicht unter der Epidermis ganz cylindrisch gestaltet sind, so dafs sie auf den Querschnitten kreisrunde Figuren mit äufserst dicken Wänden zeigen, dafs oft fast alle Höhlung fehlt. Dergleichen Fälle sind häufig bei dicken und lederartigen Blättern der Dicotyledonen zu beobachten. Die dicken Wände zeigen dann immer die Zusammensetzung aus concentrischen Schichten und die radial verlaufenden Tüpfelkanäle.

Fünftes Capitel.

Specielle Untersuchung über den Bau der Membran, welche die Spiralröhren der Pflanzen darstellt.

Die Spiralröhren sind mehr oder weniger regelmäfsige cylindrische oder prismatische Röhren, welche durch spiralförmig gewundene Fasern und einer sehr zarten, dieselben umschliefsenden Membran gebildet werden, oder, wie Herr Link **) ganz vortrefflich sagt: Das Spiralgefäfs besteht aus einer häutigen Röhre, in welcher sich eine spiralförmig oder vielmehr schraubenförmig gedrehte Faser befindet.

Diese zarte Membran, welche die Röhren der Spiralfaserwindungen umschliefst, ist allerdings nicht immer ganz

---

*) Elem. phil. bot. Edit. alt. I. pag. 95.
**) Elem. phil. bot. Ed. alt. I. pag. 195.

Digitized by Google

klar vor Augen liegend, daher sie schon so oft übersehen und selbst noch in Schriften der neuesten Zeit, ich meine z. B. die von Herrn Treviranus bestritten worden ist. Als Grund hievon möge man die schwache Vergrößerung ansehen, welche meistentheils von jenem Botaniker bei seiner Beobachtung angewendet wurde. Vier- oder fünfhundertmalige Vergrößerung und Färbung der Spiralröhren mit Jodine, zeigten mir noch sehr häufig die feine umschliefsende Membran, wenn schwächere Vergrößerungen davon keine Spur vor Augen legten. Man kann, wie ich glaube, auch hier bei den Spiralröhren dieselbe Ansicht aufstellen, welche ich früher pag. 54. über die Spiralfaser-Zellen vorgetragen habe; die zarte membranöse Röhre, welche die Spiralfasern umschliefst, halte ich nämlich für die ursprüngliche erste Bildung, und die Fasern im Inneren derselben für die innere Schicht dieser Röhrenbildung. Demnach, was wir auch später noch vielfach nachzuweisen gedenken, haben die Spiralröhren einen Bau, welcher mit demjenigen der Spiralfaser-Zellen übereinstimmend ist, so dafs man Spiralröhren für eigenthümliche mehr oder weniger lange Zellen halten müfste, welche cylindrisch geformt sind, wenn sie einzeln stehen, dagegen prismatisch erscheinen, wenn mehrere nebeneinander liegen.

Die Spiralröhren der Pflanzen standen früher in sehr hohem Ansehen; einige Botaniker und Philosophen glaubten darin das Nervensystem der Pflanzen erkennen zu müssen, und Andere erkannten an dem Dasein der Spiralröhren die hohe Organisation eines Gewächses. Doch schon seit langer Zeit haben die Spiralröhren, wenigstens bei uns, im Ansehen verloren, und ich betrachte dieselben nur als Hülfsorgane, welche ein schnelleres Wachsthum der Pflanze befördern können, indem sie einen starken Zustrom der Säfte zu gewissen Zeiten vermitteln.

Der Engländer Henshaw hat die Spiralröhren in dem Blattstiele des Wallnufsbaumes schon im Jahre 1661 entdeckt; man hat gegen diese Angabe neuerlichst einige

Digitized by Google

Zweifel erhoben, da Grew in seiner ersten Schrift vom Jahre 1671, noch nichts von Spiralröhren spricht. Wenn man aber Grew's höchst untergeordnete Stellung zu den Mitgliedern der Königl. Societät zur damaligen Zeit betrachtet, denn erst 1668 erhielt er von derselben ein jährliches Geschenk von 50 Pfund Sterl., welche Summe durch freiwillige Subscription zusammen gebracht wurde, und zugleich bedenkt, dafs jene Verhandlungen der Societät erst viel später dem Drucke übergeben wurden, so wird man es erklärlich finden, dafs Grew von jener Beobachtung Henshaw noch nichts wufste; wohl aber geht daraus hervor, dafs Malpighi die Spiralröhren viel früher entdeckt hat als Grew.

Die feine Spiralfaser, welche den auffallendsten Theil der Spiralröhre bildet, ist in vieler Beziehung näher zu erörtern; sie ist ein äufserst feines, fadenartiges Gebilde der gleichmäfsigen vegetabilischen Materie, welche stets in spiraler Richtung um einen walzenförmigen Raum gewunden erscheint. Eine solche gewundene Spiralfaser hat das Ansehen einer Springfeder von Metalldrath, wie sie zu Hosenträgern gebraucht werden, doch ist sie so aufserordentlich fein, dafs man die ganze Röhre wohl mit unbewaffnetem Auge als einen sehr feinen Faden von silberweifser Farbe erkennt, aber die Windungen derselben in ihrem natürlichen Zustande, durchaus nicht zu unterscheiden im Stande ist.

Verschiedene Gelehrte haben versucht eine Erklärung über die Entstehung der Spiralfaser zu geben, doch so etwas ist, wie ich glaube, nicht zu erklären, und die gegebenen Erklärungen zeigen eben, wie weit man von dem Standpunkte entfernt gewesen ist, von welchem aus diese Erklärung erfolgen mufste. Das Unerklärliche ist eben die charakteristische Eigenthümlichkeit der vegetabilischen Lebenskraft, dafs sie ihre Thätigkeit beständig in Form der Spirallinie ausdrückt; alles Anreihen der Partikelchen der vegetabilischen Materie zur festen Masse, geschieht immer in der Richtung der Spirale; so zeigt sich die bil-

Digitized by Google

dende Thätigkeit der Pflanze im Kleinen und so auch im Grofsen, wie bei dem Auftreten der Blätter, Knospen u. s. w. Wir haben im Vorhergehenden kennen gelernt, wie die gleichmäfsige Zellenmembran auf die angeführte Weise gebildet wurde, und ich habe schon in meiner Phytotomie (p. 268) die Beobachtung bekannt gemacht, dafs in krankhaften Fällen auch die wirklichen Spiralröhren zu gleichmäfsigen Zellenwänden verwachsen können. Ich beobachtete nämlich einen Faulbaum (Prunus Padus), dessen Stamm, nachdem er schon eine lange Zeit hindurch krank gewesen, vom Winde umgeworfen worden war. Das Holz zeigte dieselbe krankhafte Veränderung, welche wir unter dem Namen des trockenen Krebses zu kennen pflegen; ich untersuchte grofse Stücken dieses Stammes und fand in Hunderten von Schnittten durchaus keine Spur von Spiralröhren. Auf Vertikal-Schnitten fand ich hin und wieder gröfsere Löcher, welche ich, durch Vergleichung mit dem Baue des gesunden Holzes eben desselben Baumes, für die Durchschnitte der punktirten grofsen Spiralröhren halten mufste; ich führte nun die Horizontalschnitte unmittelbar auf die Wände dieser grofsen Röhren und nun beobachtete ich, dafs sie zu gleichmäfsigen Zellenmembranen verwachsen waren, und wie langgestreckte, cylindrische Zellen erschienen.

Das Aneinanderreihen organischer Partikelchen kann so innig und so genau erfolgen, dafs keine Spur von dem Zusammenwachsen derselben übrig bleibt, und so sehen wir denn, wie selbst eine zarte Zellenmembran der Pflanze, wo alles Wachsthum durch Juxtapositio vor sich geht, als eine ganz gleichmäfsige Membran erscheint, obgleich sie einmal aus feinen Spiralfasern und diese wieder aus kleinen, der Linie nach aneinandergereihten Partikelchen besteht. Aber eben dasselbe ist auch in der anorganischen Welt zu verfolgen. Die rhomboädrischen Krystalle von kohlensauerem Kalke, welche sich auf den Schläuchen der Charen bilden, lagern sich in grofser An-

Digitized by Google

zahl zu einer gleichmäfsigen Masse aneinander, deren Zusammensetzung später nicht mehr zu bemerken ist.

Die Form der Spiralfaser, welche die Spiralröhre bildet, ist von verschiedenen Phytotomen sehr verschieden angegeben worden. Malpighi erklärte die Spiralfaser für ein schmales Band, während sie Grew für völlig runde Fiber ansah, doch wufste Letzterer schon, dafs die Spiralfaser auch als ein schmales Band auftrete, welches aus vielen feinen und völlig runden Fibern zusammengesetzt sei, eine Beobachtung, auf die wir später noch mehrmals zurückkommen werden. Hedwig *), der zu seiner Zeit ein sehr berühmter Beobachter war, glaubte bemerkt zu haben, dafs die Spiralfaser hohl sei, und dafs sie daher zur Führung von Flüssigkeiten bestimmt, während die Röhre, welche durch die Windungen der Spiralfaser gebildet wird, nur mit Luft gefüllt sei, ja bei der künstlichen Anfüllung der Spiralröhren mit gefärbten Flüssigkeiten, sei es eben nur die Faser, welche damit gefüllt werden sollte. Hedwig's Ansicht über den Bau der Spiralfaser und über die zusammengesetzte Function der Spiralröhren fand jedoch nur wenig Beifall, ja sie wurde von Bernhardi, Rudolphi, Mirbel, Sprengel und A. m. durch wahrhaft schlagende Gründe und Beobachtungen widerlegt. Herr Link **) hielt die Spiralfaser für ein schmales Band, welches auf der inneren Fläche concav und auf der äufseren convex ist, doch später ***) erklärte er mit Hedwig die Spiralfaser für eine hohle Röhre, und dieser Ansicht ist Herr Link †) noch gegenwärtig, denn er sagt; „Ich halte die Spiralfaser für hohl, wegen einiger, wie es scheint, angeschwollenen Stellen, dann auch wegen des Aussehens, da, wo sie ästig wird, doch will ich die Meinung Niemanden aufdringen.“ Ganz die alte Hedwigsche Ansicht

*) De febr. anim. et veget. ortu. pag. 19 et Fund. hist. nat. musc. frond. I. pag. 55,

**) Grundl. pag. 46 und Nachträge, p. 10.

***) Elementa philos. botan. p. 92.

†) Elementa phil. bot. Ed. alt. I. p. 159.

Digitized by Google

über den Bau und die Function der Spiralröhre finden wir wieder in einem Werke von Viviani *) wiederholt und vertheidigt. Rudolphi **) hielt die Spiralfaser für solide und von flachrunder Form, und Herr Kieser ***) erklärte sie in den meisten Fällen für rund; er macht aber auch auf die bandförmigen Spiralfasern bei Arundo Donax aufmerksam. Andere Beobachter geben noch die Spiralfaser als viereckig aus. Wenn man indessen die Spiralfasern einer grofsen Anzahl von verschiedenartigen Pflanzen bei hinreichend starker Vergröfserung betrachtet, so wird man nicht nur fast alle die vorhin angegebenen Formen wiederfinden, sondern man wird sich überzeugen, dafs die Spiralfaser noch viel verschiedenartiger gebauet ist. Sehr zarte Fasern sind meistens rund; weniger zarte Fasern sind mehr flachrund, wie es Rudolphi angab, aber viereckig ist die Spiralfaser ganz aufserordentlich häufig, und bald ist dieser Viereck auf dem Querschnitte der Faser ganz gleichseitig, oder es ist mehr oder weniger parallelepipedisch, so dafs die Faser zuletzt in die vollkommene Bandform übergeht, und diese letztere Form kommt besonders bei grofsen Monocotyledonen, als in grofsen Gräsern und in Rohrpalmen vor. Zuweilen ist die Spiralfaser zwar bandförmig, aber sie liegt mit ihrer schmalen Seite an der umschliefsenden Haut, wie man dieses so besonders schön in den grofsen, tonnenförmig eingeschnürten Spiralröhren sehen kann, welche im Cactus cylindricus vorkommen. Hier kann man sehr deutlich sehen, dafs diese Fasern nicht hohl sind; und hierin wird man noch sicherer, wenn die Faser vorher durch Jodine gelblich gefärbt wird, denn man beobachtet hier statt der erwarteten Höhlung eine Zusammensetzung aus concentrischen Schichten.

In anderen Fällen zeigt die Spiralfaser eine aufserordentliche Dicke, ist aber an ihren zwei freiliegenden Kanten

---

*) Sulla struttura etc. p. 126—131.
**) Anatomie der Pflanzen. p. 195.
***) Phyton. pag. 109.

Digitized by Google

abgerundet; auf dem Querschnitte erkennt man dann in der durchschnittenen Faser die Hälfte einer der Länge nach gespaltenen Ellipse, welche mit der breiten Spaltungsfläche der äufseren umschliefsenden Spiralröhrenhaut ansitzt. In diesen letzten Fällen bieten selbst Querschnitte, durch die Spiralfaser geführt, so grofse Flächen dar, dafs man bei 8 und 900 maliger Vergröfserung auf das deutlichste sehen kann, wie die Faser durch und durch aus fester Substanz besteht, welche gleichfalls durch schichtenförmige Anlagerung wie die Zellenwand wächst und also keine Höhle enthält. Dieser Ansicht ist auch Herr Mohl und andere neuere Phytotomen, welche einstimmig der Spiralfaser die Höhle absprechen, und Beobachtungen und Abbildungen der Art, wie sie neuerlichst durch M. Girou de Buzareingues*) bekannt gemacht worden sind, können nicht gegen dieses Resultat der genauesten Beobachtungen auftreten.

Wohl aber bemerkt man, und ganz besonders bei den mehr breiteren Spiralfasern, dafs dieselben an ihren Rändern einen etwas lichteren Saum zeigen, woraus man auf eine Verschiedenheit in der Dichtigkeit der Substanz schliefsen könnte, welche die Faser zusammensetzt, und ganz neuerlich hat Herr Mohl**) die Beobachtung bekannt gemacht, dafs man auf scheibenförmigen Querschnitten der Spiralfaser sehr bestimmt sehe, dafs die Spiralfaser aus zwei verschiedenen Schichten bestehe, gleichsam aus einem Mittelstrange und aus einer Scheide. Ich habe dergleichen Querschnitte an Spiralfasern ebenfalls beobachtet, und ebenfalls an ihnen einen lichten Rand bemerkt, doch derselbe fehlt ganz bestimmt an der äufseren Fläche der Spiralfaser, mit welcher sich dieselbe an die umschliefsende Spiralröhren-Membran anlegt. Etwas mehr kann man zuweilen an den grofsen und breiten Spiralfasern beobachten, welche in den Zellen der Orchideen vorkommen und

*) Sur la distribution et le mouvement des fluides dans les plantes — Ann. des sciens. nat. 1837. I. p. 227.

**) Pflanzen-Substanz u. s. w. pag. 29.

Digitized by Google

ich glaube, dafs gegenwärtig Niemand den Einwand machen wird, dafs diese Fasern etwas ganz Anderes, als die Fasern der wirklichen Spiralröhren wären. Die Spiralfasern in den Zellen von Oncidium maximum, wozu eine Abbildung in Fig. 8. Tab. IV. befindlich ist, zeigen einen gegliederten Bau, und aufserdem bemerkt man an ihnen jenen lichten Rand, von welchem vorher die Rede war, ganz aufserordentlich deutlich; auch die einzelnen kleinen Hervorragungen, welche sich über den Rand der Faser erheben, gerade an der Stelle der Gliederung sind besonders beachtungswerth, doch von einer Höhle im Inneren der Faser ist auch hier nichts zu beobachten.

Das Vorkommen eines Randes bei der Spiralfaser ist in vielen Fällen sehr deutlich zu beobachten, sowohl mit vollkommen achromatischen Gläsern, als auch mit weniger guten Instrumenten, und es ist derselbe keineswegs als ein optisches Phänomen zu betrachten, wie Herr Valentin meint. In den meisten Fällen scheint mir jedoch ein solcher Rand nicht sichtbar zu sein, doch erkennt man sehr deutlich verschiedene Schichten, woraus die Faser, wenn sie besonders dick erscheint, zusammengesetzt ist. In der schmalen aber sehr dicken Spiralfaser aus Cactus cylindricus sind die concentrischen Schichten, woraus die Ringe bestehen, wenigstens bei 1000 und 2000 maliger Vergröfserung sehr gut zu sehen.

Die Faser, welche die Spiralröhre bildet, ist entweder einfach oder es sind mehrere, welche parallel neben einander liegen und sich gemeinschaftlich, gleich einem breiten zusammengesetzten Bande, spiralförmig um einen röhrenförmigen Raum winden. Letzteres ist es, was Grew unter der Zusammensetzung der Spiralfasern verstand. Herr Link*) meint, da in der jungen Pflanze die Faser der Spiralröhre fast immer einfach ist, und da sie in der erwachsenen Pflanze und ihren Theilen vielfach wird, dafs diese mehrfachen Fasern immer durch Theilung der einfachen

*) Elem. philos. bot. Edit. alt. I. p. 165.

Digitized by Google

entstehen, und Herr Link nennt dergleichen Spiralröhren: vielfache Spiroiden. Dieser gegebenen Erklärung über die Entstehung der mehrfachen Spiralfasern mufs ich nicht nur beistimmen, sondern ich habe dieselbe durch Beobachtung wirklich verfolgen können. Da es nun nicht so leicht ist, die Querschnitte so genau auf das Ende oder auf den Anfang der Spiralröhre zu führen, wie es wohl nöthig wäre um den Anfang der Fasern zu beobachten, so habe ich dieses meistens durch Querschnitte kennen zu lernen gesucht, welche in vertikaler Richtung (auf die Achse der Pflanze) die Basen der Spiralfaser-Zellen blofs legten, und ich habe hierzu in Fig. 20. Tab. III. eine kleine Abbildung aus einem Blatte von Pleurothallis ruscifolia gegeben. Hier sieht man sehr deutlich, wie durch Theilung immer mehr und mehr Fasern entstehen.

Die Zahl der Fasern, welche vielfache Spiralröhren darstellen, ist nicht nur in verschiedenen Pflanzen, sondern auch in einem und demselben Theile einer Pflanze, oft in dicht neben einander liegenden Spiralröhren gar sehr verschieden; man hat, wie z. B. die Herren Mirbel, Sprengel, Bernhardi u. A. m. die Zahl der Spiralfasern gezählt; so haben Herr Kieser und Link 9, 12 bis 15 Fasern in einer Spiralröhre gezählt, ja De la Chesnaye hat deren 22 in den Spiralröhren der Musa paradisiaca beobachtet, und ich habe noch einige mehr darin gezählt, doch war die Zahl derselben bei neben einanderliegenden Röhren sehr verschieden. Ganz dasselbe ist denn auch bei den Spiralfaser-Zellen zu beobachten, wie man dieses durch Vergleichung der Figuren auf Tab. IV. mit den Abbildungen der Spiralröhren aus der Musa in Fig 9. und 10. ebendaselbst ersehen kann. Spiralröhren, welche durch eine einfache Spiralfaser gebildet werden, erkennt man schon daran, dafs die Windungen derselben ganz horizontal verlaufen. Winden sich aber mehrere Fasern parallel neben einander, so nehmen die Windungen eine schräge Richtung an, welche immer bedeutender und bedeutender wird, je gröfser die Zahl der Fasern ist. In den Spiralröhren aus der Musa

Digitized by Google

paradisiaca, kann man die Zahl der Spiralfasern nicht mehr so leicht angeben, da hier die Röhren so grofs sind, dafs man die hintere Wand derselben nur durch Veränderung des Fokus erblicken kann. Bei der Abbildung der Spiralröhre aus der Musa von Fig 9. Tab. III. ist dieses nach einer sehr starken Vergröfserung deutlich dargestellt. Doch, wie ich schon vorher bemerkt habe, so sind nicht alle Spiralröhren in einer und derselben Pflanze durch eine gleiche Anzahl von Spiralfasern gebildet.

Ueber die Richtung, in welcher sich die Spiralfaser bei der Bildung der Häute in den Pflanzen windet, herrscht noch heutigen Tages eine sehr grofse Meinungs-Verschiedenheit. Nach Grew's Angabe soll sich die Spiralfaser in dem Stamme der Pflanzen mit dem Laufe der Sonne winden, d. h. sie solle sich von Osten durch Süden nach Westen drehen; dagegen soll in der Wurzel der Pflanzen die Faser dem Laufe der Sonne entgegen gewunden sein. Herr Link*) hat dagegen beobachtet, dafs sich die Fasern in einem und demselben Bündel bald rechts, bald links drehen können, und auch Herr Kieser**) hat beobachtet, dafs die Richtung der Spiralfaser von der Rechten zur Linken eben so häufig, als die von der Linken zur Rechten vorkomme. Ich glaubte in meiner Phytotomie (v. 241) nicht bestimmt über diesen Gegenstand, der aufserordentlich schwierig ist, urtheilen zu können, doch schien es mir, dafs die Spiralfaser nur rechts gewunden vorkomme; Herr Slack glaubt gerade das Gegentheil beobachtet zu haben, dafs sich nämlich die Faser nur links drehe, und Grew's hauptsächlichste Verehrer stimmen wieder der Grew'schen Ansicht bei. Indessen die Beobachtungen der Herren Link und Kieser sind ganz richtig, und ich habe mich gegenwärtig in verschiedenen Fällen sehr wohl überzeugen können, dafs in nebeneinanderliegenden Spiralröhren so wie

*) Grundlehren etc. p. 52 und neue Ausgabe der Phil. Bot. I. p. 167.

**) Phyton. p. 112.

Digitized by Google

in nebeneinanderliegenden Spiralfaser-Zellen die Richtung der Faser gerade entgegengesetzt ist. Um aber die Richtung der Faser angeben zu können, mufs man den Anfang oder das Ende der Spiralfaser genau kennen, und man mufs sich in die Höhle der Spiralröhren hineindenken, denn sonst sind alle die Bestimmungen nur für die vorliegende Richtung des Organes gültig, dreht man das Objekt um, so wird man gerade das Gegentheil beobachten, und wie schwer es ist, bei der Beobachtung mit dem Compositum, zu wissen, welche Fläche oben oder unten, welches Ende vorn oder hinten ist, das ist jedem Beobachter bekannt.

Zieht man die Windungen einer unverwachsenen Spiralröhre auseinander und läfst man dann die ziehende Gewalt nach, so tritt die Spiralfaser mehr oder weniger in ihre frühere Lage zurück, doch gelingt dieses niemals ganz vollkommen. Man kann dieses mit blofsem Auge beobachten; man zerbreche nur einen Blatt- oder Blumenstiel von Sambucus nigra, einen Theil von einer Pisang-Pflanze oder von einem gewöhnlichen Liliengewächse u. s. w. und ziehe die Bruchenden langsam auseinander, so wird man sehen, dafs die Fasern von vielen Spiralröhren nicht zerrissen sind, dafs sie sich aber aus ihrer früheren Röhre abrollen und dafs sie so stark sind, dafs man ein mehr oder weniger grofses Stück des abgebrochenen Theiles daran hängen lassen kann. So viel mir bekannt ist, so zeigt kein anderer Pflanzentheil eine so grofse Anzahl von Spiralröhren, welche sich sämmtlich abrollen, wenn man denselben zerbricht, als der Frucht- oder Blüthenschaft der Pisang-Pflanze; hier sind die einzelnen Fasern überdiefs sehr breit und noch dazu zu 12—20 und noch mehr zu einem spiralförmigen Bande vereinigt, wodurch die sich abrollende Masse sehr bedeutend wird. Ja man hat aus diesem Grunde selbst vermuthet, dafs die feinen Fasern, welche man aus der Pisang-Pflanze bereitet, vielleicht gerade die Spiralfasern wären, was aber nicht der Fall ist. Die Spiralfasern der Musa verfaulen eben so schnell, als die

Digitized by Google

Wände der Parenchym-Zellen und in getrocknetem Zustande sind sie überaus zart und reifsen sehr leicht.

Mit vorschreitendem Alter pflegt die Spiralfaser in den meisten Fällen mit der sie einschliefsenden Membran zu verwachsen, und dann läfst sie sich nur schwer, ja öfters gar nicht mehr abrollen. Dergleichen Spiralröhren nennt man unabrollbare Spiralröhren, im Gegensatze zu den abrollbaren. Bei den Dicotyledonen pflegen die Spiralröhren nur in der frühesten Zeit abrollbar zu sein, doch treten in den appendikulären Theilen dieser Pflanzen, welche sich jährlich erneuern, immer wieder abrollbare Spiralröhren auf, und in einer sehr grofsen Anzahl saftiger Monocotyledonen und Dicotyledonen findet man zu jeder Lebens-Periode eine sehr grofse Anzahl von abrollbaren Spiralröhren; ja abrollbare und unabrollbare liegen sehr oft dicht neben einander. In den verholzten Spiralröhren-Bündeln ist es sehr selten, abrollbare Spiralröhren zu finden, und in der grofsen Familie der Gräser pflegen die verwachsenen Spiralröhren sehr allgemein zu sein und zwar schon in der frühesten Jugend. Dergleichen abrollbare Spiralröhren begreift Herr Link unter den echten Spiroiden.

Eine grofse Mannigfaltigkeit bieten die einfachen Spiralröhren in Hinsicht der Dichtigkeit der Windungen dar, welche die Spiralfaser darstellt. Im Allgemeinen sind die Windungen der Faser dicht aufeinander liegend und dann sind sie selbst im Stande die Röhre zu schliefsen, obgleich keine weitere Verwachsung der aufeinanderliegenden Windungen dabei vorkommt, sondern es verhält sich hier ungefähr in der Art, wie bei der Bildung der Zellenmembran in dem Parenchym der Stelis (S. pag. 18.) nachgewiesen wurde. Dergleichen Spiralröhren nennt man dichte Spiralröhren, im Gegensatze zu den weitläuftigen, bei welchen die einzelnen Windungen der Spiralfasern mehr oder weniger weit aus einander stehen. Ueber die Entfernung der Spiralfaser-Windungen läfst sich nichts Allgemeines sagen; dieselbe ist nicht nur an Spiralröhren ver-

Digitized by Google

schiedener Pflanzen verschieden, sondern auch in Spiralröhren einer und derselben Pflanze; ja selbst von solchen Spiralröhren, welche in einem und demselben Bündel, dicht neben einander liegen, ist die Entfernung der Windungen gar sehr verschieden, und wie aufserordentlich grofs diese Verschiedenheiten sein können, das wird man schon an den Abbildungen der Spiralröhren aus der Musa paradisiaca in den Fig. 9—12 Tab. IV. sehen können.

Bei allen dichtgewundenen Spiralröhren ist keine Spur einer umschliefsenden äufseren Membran zu bemerken, und zieht man die Faser der Röhre auseinander, so wird man an den Rändern der Fasern ebenfalls keine Spur einer zerrissenen Membran beobachten. Aus diesen Beobachtungen folgert man, dafs dergleichen Spiralröhren mit keiner äufseren Membran umschlossen sind, was auch ganz richtig sein kann, obgleich keinesweges als erwiesen anzusehen, denn die umschliefsende Membran ist selbst in denjenigen Fällen, wo sie deutlich sichtbar ist, nur bei sehr starken Vergröfserungen und oft auch nur durch Färbung derselben zu erkennen. Bei der weitläuftig gewundenen Spiralröhre tritt dagegen die äufsere, umhüllende Membran mehr oder weniger deutlich auf, und zwar um so deutlicher, je entfernter die Windungen der Faser von einander abstehen, ja noch deutlicher ist dieselbe in solchen Fällen zu erkennen, wo dergleichen Spiralröhren hie und da zusammengeschnürt erscheinen, indem man hier, durch den schregen Lauf, die Membran der Spiralröhre deutlich an der, in gerader Richtung verlaufenden angrenzenden Zellenmembran unterscheiden kann.

Ueber den Bau der Spiralröhre, wie wir denselben in dem vorhergehenden Abschnitte auseinander gesetzt haben, sind indessen die Pflanzen-Anatomen, seit den frühesten Zeiten sehr verschiedener Ansichten gewesen, welche indessen gegenwärtig fast gänzlich verschwunden sind. Die früheren Ansichten findet man in meiner Phytotomie pag. 228 nachgewiesen.

Digitized by Google

Erst in neuerer Zeit erklärte sich Herr Link*) für das Dasein der umschliefsenden Membran, welche er zuerst, und zwar ganz unumstöfslich bei den sogenannten netz- oder fensterförmigen Spiralröhren beobachtet hatte. Um so mehr mufs man sich wundern, dafs Herr L. Treviranus**) in der neuesten Zeit seine frühere Ansicht geändert hat, und das Dasein einer besonderen Haut, welche die Spiralröhre der Faser umschliefst, verneint. Gegenwärtig müssen indessen solche Widersprüche ganz beseitigt werden, denn bei hinreichend starker Vergröfserung ist diese umschliefsende Haut ganz deutlich zu sehen, und auch Herr Mohl ist gegenwärtig mit mir über diesen Gegenstand einer Meinung.

Die Gröfse der Spiralröhren ist sehr verschieden, in der jungen Pflanze sind sie sehr klein, oft kaum zu bemerken, selbst bei starken Vergröfserungen; mit dem Alter der Pflanzen werden sie dagegen gröfser, so dafs sie zuweilen, wie z. B. auf dem Querschnitte im erwachsenen Kürbisstengel und im spanischen Rohre schon mit blofsem Auge zu erkennen sind. Die Spiralröhren sind indessen in einer und derselben Pflanze nicht von gleicher Gröfse, die eine Spiralröhre ist zuweilen 6, 7 und 8 mal gröfser, als eine dicht daneben liegende; eine Erscheinung, welche besonders häufig bei grofsen Monocotyledonen und bei saftigen Dicotyledonen vorkommt. Die Gröfse der Spiralröhren ist selbst in den verschiedenen Organen einer und derselben Pflanze verschieden; am gröfsten werden die Spiralröhren im Stengel, kleiner sind sie dagegen in der Wurzel und in den Blättern; an kleinsten sind sie in den Blumenblättern und in den Geschlechtstheilen. Selbst in Früchten, welche eine ungeheuere Gröfse erreichen, wie die der Riesen-Kürbisse, (welche oft 2 bis 3 Centner schwer werden) sind die Spiralröhren immer nur sehr klein.

---

*) Philos. Bot. p. 92 und Ed. alt. pag. 159.

**) Physiologie der Gewächse. I. p. 91.

Digitized by Google

Im Allgemeinen erreichen die Spiralröhren in succulenten Pflanzen die bedeutendste Gröfse; die der Musaceen und einiger anderer Monocotyledonen sind besonders ausgezeichnet durch ihre Gröfse. Dagegen haben Pflanzen mit trockenerem und festerem Gewebe viel kleinere Spiralröhren; die kleinsten sind aber, nach Herr Link's Beobachtung, nicht nur in den trockensten Gewächsen, sondern auch in einigen Wasserpflanzen, z. B. in Potamogeton, Hydrocharis, Azolla u. s. w. Einige Arten der Gattung Potamogeton haben etwas gröfsere Spiralröhren, welche dann leicht zu finden sind, wärend sie in anderen Arten so klein sind, dafs sie oftmals übersehen wurden.

Die Spiralröhren verlaufen eigentlich immer in der Längenachse der Pflanze, und weichen sie von dieser Richtung ab, so pflegt es nur zu geschehen, um sich mit einander scheinbar zu verzweigen, oder zu einem neuentstehenden Theile der Pflanze überzugehen; nur in sehr seltenen Fällen verlaufen die Spiralröhren auch in horizontaler Richtung, und dieses geschieht bei ihrem Verlaufe durch die Querwände der Lücken und Luftkanäle, die aus sternförmigen Zellengewebe bestehen. Hier kommt es nicht selten vor, dafs eine einzelne Spiralröhre zwischen den sternförmigen Zellen jener einfachen Wand durchläuft; die der Röhre zunächst liegenden Zellen sind dann säulenförmig, und an diese schliefsen sich erst die sternförmigen Zellen. Das Auffallendste hierbei ist aber, dafs die Spiralröhre, welche durch eine solche Querwand verläuft, nach beiden Seiten hin, mit welchen sie in die beiden Lufthöhlen hineinragt, ganz frei liegt. Es ist dann eine einfache, etwas weitläuftig gewundene Spiralröhre, deren äufsere Membran sehr deutlich zu sehen ist. Es möchte dieses der einzige bekannte Fall sein, wo die Spiralröhre so frei der Luft ausgesetzt liegt, denn in allen übrigen Fällen liegen die Spiralröhren im Inneren der Zellenmasse, und sind rund herum mit Zellen dicht umschlossen, so dafs oft nicht einmal Intercellulargänge daneben auftreten. Hierbei ist allerdings noch auf Zea Mays auf-

Digitized by Google

merksam zu machen, wo in dem Inneren der einzelnen Holzbündel des Stengels jene langen Luftkanäle oder Lücken auftreten, von denen später die Rede sein wird; man findet hier sehr gewöhnlich, dafs sich diese Lufthöhle soweit ausgedehnt hat, dafs die eine der Spiralröhren ganz frei in die Wand der Höhle hineinragt.

Die Spiralröhren sind im Allgemeinen cylinderisch geformt, und zeigen daher auf den Querschnitten kreisrunde Figuren, nur selten weichen sie von dieser Form ab und dieses geschieht nur dann, wenn mehrere Spiralröhren unmittelbar neben einander liegen. Zuweilen, wenn z. B. 2 oder 3 Spiralröhren neben einander stehen, wachsen diese in der Art zusammen, dafs sie im Ganzen einen cylinderisch geformten Strang bilden. Wenn aber die Spiralröhren in so grofser Menge neben einander auftreten, wie dieses in den Holzbündeln des Farrnstammes der Fall ist, wozu wir auf die Abbildungen dieses Gegenstandes verweisen, welche Herr Mohl *) und ich selbst in meiner Harlemer Schrift **) mitgetheilt haben, so zeigen sie auf den Querschnitten oft sehr regelmäfsige, vielseitige Figuren, wie wenn es durchschnittene gewöhnliche Zellen wären.

Wenn die Spiralröhren von der Spitze der Wurzel bis zu den äufsersten Enden der Pflanze verliefen, so würden sie Cylinder darstellen, deren Enden mehr oder weniger kegelförmig zugespitzt wären, doch dieses ist nicht der Fall, denn die Spiralröhren sind gegliedert, bald mehr bald weniger, d. h. sie sind aus einzelnen kleineren Schläuchen, welche die Glieder derselben bilden zusammengesetzt. Die Glieder der Spiralröhren sind in einer und derselben Pflanze nicht von bestimmter Länge; in den verschiedenen Theilen derselben sind sie verschieden lang. In einigen Pflanzen kommt die Gliederung sehr häufig vor, in anderen dagegen ist die Gliederung der Spiralröhre nur sehr selten

*) De struct. filic. etc.
**) Tab. VII., A. und B.

Digitized by Google

und zuweilen werden diese Glieder der Röhre so kurz, dafs sie sich von den angrenzenden Zellen nur wenig unterscheiden, und hier ist die Verwandtschaft zwischen Zellen und Spiralröhren, welche wir im Verlaufe dieses Buches schon so oft angedeutet haben, ganz klar vor Augen liegend. Diese Gliederung ist in der That schon bei der ersten Bildung der Spiralröhre zu beobachten, und ist also nicht etwa eine blofse Folge der späteren Ausdehnung der Spiralröhre.

Die Glieder der Spiralröhre legen sich theils mit horizontal abgestumpften Enden, theils mit schief abgestutzten Enden, nach Art der Prosenchym-Zellen auf einander. Geschichtlich ist zu bemerken, dafs Herr Treviranus*) eigentlich zuerst etwas Bestimmtes über die Gliederung der Spiralröhren sagte, jedoch bezweifelte er dieselbe. Die Herren Link**) und Schultz***) lehrten dagegen die Gliederung der Spiralröhren ganz entschieden, und bei manchen Pflanzen ist auch nichts leichter als dieses zu beobachten. Die Höhlung der Spiralröhre wird durch die Gliederung derselben nicht unterbrochen, sondern sie steht in allen ihren Theilen in offener Communication, wenn nicht etwa die Enden der Glieder ganz auseinanderstehen, was zuweilen vorkommt und vielleicht sogar nur in zufälligen Ursachen seinen Grund hat. Es liegt in der Natur der Sache, dafs es nur sehr selten gelingt, die Querwände zu beobachten, welche zwischen den Enden der Spiralröhren-Glieder gelagert sind, wenn man aber, durch einen glücklich geführten Schnitt, eine solche Querwand zur Ansicht erhält, so wird man in derselben mehr oder weniger breite Tüpfel und Spalten beobachten, welche offenbar als Mittel zur offenen Communication zwischen den verschiedenen Gliedern der Spiralröhren dienen. Die Bildung dieser offenen Communication, scheint aber mit

*) Vom inneren Bau der Gewächse p. 45.
**) Elementa philos. bot. p. 93.
***) Die Natur der lebenden Pflanze. pag. 427—28.

Digitized by Google

dem Bildungsakte der Röhre selbst im innigsten Zusammenhange zu stehen, auch ist sie leicht erklärlich, wenn man annimmt, dafs, gleich bei der Bildung der umschliefsenden Haut der Spiralröhre, die offene Communication durch den aufsteigenden Saftstrom dargestellt wurde, und dieses konnte stattfinden, selbst zwischen den, nur etwas von einandergeschobenen Windungen der Spiralfaser.

Wenn man die Spiralröhren aus einem sehr alten Gliede eines Stammes von Cactus truncatus durch Maceration trennt, so kann man an denselben sehr wohl beobachten, dafs die offene Communication zwischen den schief aufeinanderliegenden Gliedern durch runde oder elliptische Oeffnungen bewirkt wird.

Auf diese Zusammensetung der Spiralröhren aus aneinandergereiheten Gliedern, ist erst in neuerer Zeit aufmerksam gemacht worden, obgleich die kurzgegliederten Spiralröhren schon sehr früh bekannt, nur nicht richtig gedeutet waren. Besondere Aufmerksamkeit erhielten die kurzgegliederten gestreiften, und die kurzgegliederten getüpfelten Spiralröhren; sie wurden durch Herrn Mirbel*) rosenkranzförmige Gefäfse (vaisseaux en chapelet) genannt. Herr Bernhardi und Link nannten sie halsbandförmige Körper; Herr Treviranus **) glaubte sie am besten mit dem Namen der wurmförmigen Körper zu bezeichnen, aber Herr Kieser nannte sie, im Allgemeinen Mirbel folgend, rosenkranzförmige Gefäfse, indem sich hier die einzelnen Glieder ähnlich aneinanderreihen sollen, wie die Glieder eines Rosenkranzes. Ich selbst habe statt aller jener Benennungen für dergleichen Formen den Beinamen kurzgegliedert vorgeschlagen, denn hierin liegt eben das Wesentliche dieser Abweichung der Spiralröhren von ihrem normalen Baue, und da bei allen Formen der Spiralröhren, bald hie bald dort dergleichen kurze Gliederung auftritt, so wird man sich überzeugen, dafs man nicht

*) Ann. d. Mus. T. V. p. 83. t. 8. etc.
**) Vom inwend. Bau, etc. 69

Digitized by Google

mit besonderen Gebilden zu thun hat. Wir haben demnach kurzgegliederte einfache Spiralröhren, kurzgegliederte ringförmige Spiralröhren, kurzgegliederte netzförmige Spiralröhren, u. s. w., doch ist hiebei wohl zu bemerken, dafs in sehr vielen Fällen, wo man wirkliche Gliederung zu sehen glaubt, nichts Anderes, als blofse Einschnürung stattfindet. Die Herren Link, Sprengel, Moldenhawer, Kieser und Andere mehr sind darüber einig, dafs diejenigen Elementar-Organe, welche ich hier mit kurzgegliederten Spiralröhren bezeichnet habe, gleichsam aus Spiralröhren entstehen; die Herren Mirbel und Treviranus dagegen, sprachen die Meinung aus, dafs die wurmförmigen Körper aus Zellen hervorgerufen würden, und dafs sich dann aus diesen die einfachen Spiralröhren bilden. Gegenwärtig hat Herr Treviranus *) seine Meinung über diesen Gegenstand geändert und ist meiner Ansicht gefolgt, welche ich in der Phytotomie ausgesprochen habe, dafs nämlich diese kurze Gliederung bei allen Metamorphosen-Typen der Spiralröhren vorkommen könne. Es liefsen sich noch einige Botaniker nennen, welche selbst in neueren Schriften die Meinung ausgesprochen haben, dafs die einfachen Spiralröhren aus getüpfelten Spiralröhren entstehen, und besonders soll die kurzgegliederte Form dieser Röhren gleichsam der erste Anfang dieser Bildungen sein, doch solche Ansichten sind nicht aus wirklichen Beobachtungen hervorgegangen.

Die kurzen Glieder der Spiralröhren treten ganz besonders häufig in gewissen Theilen der Pflanze auf, wie z. B. in den Knoten, von wo aus die Verästelung und Verzweigung der Holzbündel vor sich geht. Im Wurzelstock, im Fruchtknoten, im Nabelknoten, kurz in allen solchen Theilen, von wo aus neue Bildungen hervorgehen, sieht man die kurze Gliederung der Spiralröhren mehr oder weniger allgemein; indessen es ist auch schon durch Herrn Kieser beobachtet worden, dafs die Spiralröhren

*) Physiologie der Gewächse. I. pag. 109.

Digitized by Google

auch ohne Gliederung, ununterbrochen durch den Knoten verlaufen. Besonders bemerkenswerth möchte es jedoch sein, dafs gewisse Pflanzen in allen ihren Theilen, mehr oder weniger häufig gegliederte und oft sogar sehr kurzgegliederte Spiralröhren zeigen. Die Balsamine ist z. B. als solch eine Pflanze zu nennen, in deren Stengel man besonders schöne Gliederung sowohl bei den getüpfelten, als bei den netzförmigen Spiralröhren beobachten kann. Auch die Cactus-Gewächse zeigen aufserordentlich häufige Gliederung der Spiralröhren, ja in den einzelnen Theilen des Stammes der Opuntien findet man so kurzgegliederte netzförmige und getüpfelte Spiralröhren, dafs die einzelnen Glieder oft gerade die Länge der angrenzenden Zellen zeigen. Im Fruchtknoten der Cactus-Gewächse sind diese Gliederungen bei einfachen und bei metamorphosirten Spiralröhren zu beobachten. Die auffallendste aller Formen von Spiralröhren möchte jedoch die der ringförmigen Röhren mit starken Einschnürungen und häufiger Gliederung sein, welche im Cactus cylindricus ganz allgemein, jedoch zuweilen auch am Fruchtknoten anderer Cactus-Gewächse vorkommen. Es ist sehr auffallend, dafs auch im Cactus cylindricus diese ringförmigen Spiralröhren nicht immer in gleicher Anzahl auftreten; oft sind sie in dem Stamme einer solchen Pflanze nur sehr selten, in anderen Fällen dagegen sogar sehr häufig, und sie liegen alsdann rund herum um das kleine Bündel von einfachen Spiralröhren. Will man diese Gebilde beobachten, so mufs man den Schnitt genau parallel dem Holzbündel führen.

Bei diesen Spiralröhren sind die Einschnürungen so stark, dafs die dazwischen liegenden Enden gleichsam tonnenförmig angeschwollen sind, und hat man den Schnitt recht gut geführt, so wird man auf weite Strecken die regelmäfsigen Einschnürungen und Anschwellungen abwechselnd sehen können. Hie und da wird man aber auch das Ende einer solchen Röhre und das Ansetzen eines neuen Gliedes beobachten. Und dieses scheint sich überall zu wiederholen; Gliederung und starke Einschnürung der

Digitized by Google

Spiralröhre liegen gewifs sehr oft neben einander, doch ist es nicht so leicht in allen vorliegenden Fällen das Eine oder das Andere zu erkennen, ja vielleicht entsteht zuweilen die Gliederung aus einer Einschnürung.

Die kurzgegliederten Spiralröhren haben jedoch nicht mehr den geraden und regelmäfsigen Verlauf, welchen man bei den einfachen Spiralröhren ganz allgemein beobachten kann, sondern die einzelnen Glieder dieser Röhren laufen bald rechts, bald links von der geraden Linie ab, ja sehr häufig sind sie bald nach der einen, bald nach der anderen Seite hin etwas gekrümmt, wodurch man ihre Aehnlichkeit mit Würmern erkennen wollte. In gewissen Pflanzentheilen, als in der Wurzel und im Fruchtknoten ist ein solcher geschlängelter Lauf der kurzgegliederten Spiralröhren sehr gewöhnlich; besonders in sehr grofsen Wurzeln, welche durch die Cultur knollig geworden sind; hier glaubt man oftmals wirkliche Verästelung der Röhre zu beobachten, welche jedoch nur in der Anlagerung neuer Glieder bestehet.

Die Spiralröhren werden gröfstentheils von Zellen umschlossen, und diese sind dann fast immer schmal und langgestreckt, nur dann, wenn die Spiralröhren einzeln im Gewebe der Pflanze verlaufen, pflegen die der Spiralröhre zunächst liegenden Zellen nur wenig oder gar nicht ihre Form zu änderen. Zuweilen liegen aber auch mehrere Spiralröhren unmittelbar neben einander, und dann verlieren sie meistentheils ihre cylindrische Form und erhalten auf den Querschnitten das Ansehen von gewöhnlichen prismatischen Zellen. Zuweilen liegen sogar Lebenssaft-Gefäfse unmittelbar an den Wänden der Spiralröhren. Im Holze der Dicotyledonen liegen gewöhnlich dicht um die Spiralröhre kurze pleurenchymatische Zellen, während dieselben bei den Monocotyledonen zum langgestreckten säulenförmigen Parenchym gehören. Nur sehr selten verlaufen die Spiralröhren einzeln im Gewebe der Pflanze, fast immer treten sie in gröfserer Anzahl auf und bilden Bündel. Die Zahl der Spiralröhren, welche in einen Bün-

Digitized by Google

del auftritt, ist nicht bestimmt; in den Bündeln der Dicotyledonen pflegt sie jedoch gröfser zu sein, als bei den Monocotyledonen, indessen in gröfster Anzahl treten sie im Inneren der Holzbündel bei den baumartigen Farrn auf, wo sie oft zu Tausend neben einander liegen und nur hie und da eine kleine Partie von Zellengewebe zwischen sich zu liegen haben. Die Spiralröhren stehen aber in den Bündeln in einer gewissen Ordnung, welche sich zum Theil in allen gleichgeformten Bündeln einer und derselben Pflanze wiederholt, und bei den Monocotyledonen wie bei den Dicotyledonen ist diese Stellung ganz besonders characteristisch.

Ueber die Metamorphose der Spiralröhren, wodurch der ursprüngliche Bau der Wände der Spiralröhren mannigfaltig verändert wird.

Die einfachen Spiralröhren gehen mit vorschreitendem Alter vielfache Veränderungen ein; die Spiralfaser verwächst mit der sie umschliefsenden Membran, oder sie zerreifst zuerst in ihre einzelnen Windungen, welche dann als geschlossene Ringe auftreten, und diese verwachsen dann mit der äufseren Haut, welche die ganze Spiralröhre einschliefst. Durch das Verwachsen der Spiralfaser unter sich, gehen diese Röhren die mannigfaltigsten Formveränderungen ein, was man bisher mit dem Namen der Metamorphose der Spiralröhren bezeichnet hat.

Läfst man Pflanzen-Saamen keimen und untersucht man die junge Pflanze oft genug, um den Gang der Bildung der Spiralröhre zu verfolgen, so findet man zuerst einfache Spiralröhren, welche man an den Windungen der Faser erkennt, die man aber nicht leicht abrollen kann, später aber wird die Faser vollkommen ausgebildet und dann läfst sie sich abrollen. Stehen die Windungen der Spiralfaser weit auseinander, so ist schon früh die umschliefsende Membran zu erkennen; im entgegengesetzten Falle jedoch nicht. Verwachsen die Windungen der Spi-

Digitized by Google

ralfasern mit einander, oder verwachsen sie mit der umschliefsenden Membran, so läfst sich die Spiralröhre nur äufserst selten abrollen, und auch dann nur in Form des Bandes; die einzelnen Fasern, woraus das Band besteht, sind jedoch nicht mehr von einander zu trennen. Herr Link *) hat die abrollbaren Spiralröhren, wozu noch die Metamorphose derselben in Ringröhren kommt, mit dem Namen der echten Spiroiden belegt, dagegen alle die anderen Fälle, wo sich die Spiralröhre nicht mehr abrollen läfst, nennt er unechte Spiroiden.

Die verschiedenen Typen, unter welchen die unechten Spiralröhren auftreten, bilden die Metamorphosen-Stufen der Spiralröhren, die wir der Reihe nach in Bezug auf die Veränderung, welche die Wände dieser Röhren eingehen, näher erörtern werden. Vier Typen sind deutlich zu unterscheiden, in welche sich die Spiralröhren allmälich verwandeln; die eine derselben tritt häufiger, als die andere auf, aber nur sehr selten ist gleichsam ein Durchgang der einen Form durch die andere zu beobachten.

Die einfache Spiralröhre ist gegliedert und diese Gliederung tritt theils nach der Individualität, theils nach dem Organe der Pflanze, worin dieselbe vorkommt, mehr oder weniger häufig auf. Die Gliederung ist aber eine Eigenschaft der Spiralröhre, und diese wiederholt sich also auch in jeder der genannten Metamorphosen-Stufen der Spiralröhren, wobei aber nicht zu verkennen ist, dafs gewisse Typen der metamorphosirten Spiralröhren vorherrschend Gliederung zeigen.

Herr Link hat das grofse Verdienst um die Phytotomie, dafs er die Lehre von der Metamorphose der Spiralröhren zuerst ganz entschieden vorgetragen hat, und die Herrn Sprengel und Kieser sind ihm gefolgt; besonders hat Herr Kieser diese Lehre weiter ausgebauet und aus derselben sehr geistreiche Combinationen entwickelt, ja

*) Elem. phil. bot. Ed. alt. I. pag. 159.

Digitized by Google

dieser Gegenstand ist für die allgemeine Physiologie von aufserordentlichem Erfolge gewesen. Leider hat man in neuester Zeit alles Mögliche hervorgeholt, um die ganze Lehre von der Metamorphose der Spiralröhre zu verdächtigen und sie zu bestreiten, doch sie ist zu sehr begründet, als dafs diese Versuche im Stande wären, eine solche Wahrheit zu erschüttern, und die Reihe von Metamorphosen, welche die Zellenmembran, ganz in derselben Art eingeht, wie die Spiralröhren, da diese Organe offenbar, dem Wesen nach, einer und derselben Art sind, worüber wir im Vorhergehenden sehr ausführlich gehandelt haben, wird die Lehre von der Metamorphose der Spiralröhren um so unumstöfslicher machen.

Es ist besonders Herr Treviranus*), welcher sich, auf die Beobachtungen Amici's stützend, in neuester Zeit oft sehr heftig gegen die Metamorphose der Spiralröhren erklärt hat. Einer weitläuftigen Auseinandersetzung dieses Gegenstandes gegen Herrn Treviranus Meinung, ziehe ich hier die kurze Bemerkung vor, dafs derselbe die Ansicht, welche der Lehre von der Metamorphose der Spiralröhren zum Grunde liegt, vielleicht mifsverstanden hat. Es entsteht nicht etwa aus einer ringförmigen Spiralröhre eine netzförmige, und aus dieser eine gestreifte und aus der gestreiften endlich eine getüpfelte, wie es Herr Treviranus als behauptet aufgenommen hat, sondern die Sache ist ganz anders zu verstehen. Alle jene genannten Typen der metamorphosirten Spiralröhren gehen von der einfachen Spiralröhre aus, welche sehr oft eben so schnell verwächst und sich in ihrer Structur ändert, wie dieses von uns bei der Zusammensetzung der Zellenmembran in den Coniferen (pag. 79.), und an anderen Orten vielfach nachgewiesen wurde. Aber zur Darstellung aller jener verschiedenen Metamorphosen-Stufen der Spiralröhre bedient sich die Natur eines und desselben Weges, doch bleibt sie bald hier und bald dort auf diesem Wege

*) Physiologie der Gewächse. I. p. 169.

Digitized by Google

der Bildung stehen, und dadurch entstehen die mannigfaltigsten Formen, welche man, nur zur leichteren Auffassung, in die genannten Hauptformen zu bringen sucht. Die eine Metamorphosen-Stufe der Spiralröhre ertheilt dieser gewifs denselben Werth, wie die andere Metamorphosen-Stufe, und unter einer höheren Entwickelung der Spiralröhren, nämlich bei ihrem Uebergange in netzförmige, gestreifte und getüpfelte Röhren, wie sich die Naturphilosophen ausdrückten, ist nur eine weiter vorgeschrittene Bildung zu verstehen, welche ihren Grund in der Form und Festigkeit der angrenzenden Elementarorgane zu haben scheint. Ich weifs sehr wohl, dafs gestreifte Spiralröhren oder getüpfelte Spiralröhren oftmals schon sehr früh erscheinen, aber man untersuche noch früher, was freilich etwas mühsam ist, und man wird deutliche Spuren der zum Grunde liegenden einfachen Spiralröhre finden, welche so schnell wie die Fasern der Zellenmembran in den meisten Fällen verwächst. Man untersuche z. B. ein ganz junges Glied eines Cactus truncatus, worin sehr viele einfache Spiralröhren enthalten sind, während in den Gliedern eines alten Stammes dieser Pflanze nur grofsgetüpfelte Spiralröhren zu finden sind u. s. w.

Herr Agardh *) handelt über diesen Gegenstand mit bemerkenswerther Kürze. Nach seinen Ansichten giebt es zwei Arten von Gefäfsen, die membranösen nämlich, in welchen die Membran immer sichtbar ist, und die fiberähnlichen, wo die Membran zerstört wurde und statt deren der Körnerstoff zur Derbheit erhärtet und Fiber geworden ist!

Die Spiralröhrenwände verdicken sich mit vorschreitendem Alter, ganz in derselben Art, wie die Zellenwände, nämlich durch Anlagerung neuer Schichten auf der inneren Fläche, mögen die Windungen der Spiralfaser dicht oder entfernt stehen, mögen sie mit dem umschliefsenden Schlauche innig oder nur wenig verschmolzen sein; auf

*) Organographie. pag. 149.

Digitized by Google

gut geführten Querschnitten ist diese Verdickung bei starker Vergrößerung zu erkennen, doch kommt es hier nur sehr selten zu so bedeutenden Verdickungen, wie man sie bei den Zellenwänden sehr oft beobachtet.

Nur mit wenigen Worten will ich noch darauf hinweisen, dafs alle Tüpfel und Streifen, welche auf den Wänden der verwachsenen und verdickten Spiralröhren auftreten, ebenfalls verdünnte Stellen sind, welche ganz wie die Tüpfel in den Wänden der Zellen zur seitlichen Fortführung der aufgenommenen Flüssigkeiten dienen, und da gerade die Spiralröhren als sehr lange Zellen auftreten, welche einer beschleunigten Fortführung der Säfte dienen, so findet man auch bei ihnen die grofse Zahl von Tüpfel und Kanäle, welche diese Funktion auch in seitlicher Richtung beschleunigen können.

Eine der gewöhnlichsten Veränderungen der Spiralfaser ist ihre Theilung in Ringe, welche geschlossen und horizontal liegend, in perpendiculärer Richtung und in bestimmten Zwischenräumen untereinanderstehen, so dafs sie eine ununterbrochene cylindrische Röhre bilden, welche äufserlich mit der zarten Spiralröhren-Haut umschlossen wird.

Es bilden sich die ringförmigen Spiralröhren aus der einfachen auf die Weise, dafs sich die einzelnen Windungen der Spiralfaser von einander ziehen, an bestimmten Stellen abbrechen, so dafs dabei stets eine ganze Windung unverletzt bleibt, deren Enden sich aus der spiralen Richtung in die horizontale zurückziehen, fest mit einander verwachsen und somit ganz geschlossene Ringe darstellen. In solche Ringe zerfällt nun die ganze Spiralröhre, doch kann diese an dem einen Ende schon in Ringröhren umgewandelt sein, während sich ihre Faser an dem anderen Ende noch ganz in vollkommener Integrität befindet, ja man findet dieses zuweilen in kurzen Strekken mehrmals wechselnd, indem die Faser bald spiralförmig bald in Ringe zerfallen ist. Ringförmige Spiralröhren entstehen indessen nur in solchen Fällen, wo die Spiral-

Digitized by Google

faser einfach ist, oder doch nur wenige Fasern parallel nebeneinander laufen, demnach ihre einzelne Windungen fast ganz horizontal liegen.

Dieses Zerreifsen der Spiralfaser in einzelne Ringe, welche jedesmal eine vollständige Windung der Spiralfaser ausmachen, denke man sich nicht etwa, als etwas rein Zufälliges, etwa durch zu grofse Ausdehnung oder durch zu schnelles Wachsthum Begründetes, sondern es ist etwas von den Gesetzen, wonach sich das Leben der Species bildet, Bestimmtes, dafs die Faser gewisser Spiralröhren nach einer gewissen Zeit in ihre einzelne Windungen zerfällt und die Ringe bildet. Schon das genaue Verwachsen der beiden Enden einer jeden Windung der Spiralfaser, was bei der Bildung des Ringes erfolgt, zeigt die gröfste Bestimmtheit der daselbst bildenden Thätigkeit. Ueber das Zeitalter der Spiralfaser-Ringe sind die Beobachtungen an Monocotyledonen ganz besonders zu empfehlen; die Gattung Tradescantia, deren Untersuchung in vieler Hinsicht der Phytotomie grofsen Nutzen gebracht hat, ist auch hier ganz besonders zu empfehlen. Aber auch die Balsamine und der Cactus cylindricus, so wie alle dergleichen saftige Pflanzen mit sehr grofsen Spiralröhren, zeigen den Uebergang der Spiralfaser in Ringe sehr deutlich.

Ueberall, wo ringförmige Spiralröhren in den Pflanzen erscheinen, da sind in noch jüngeren Zuständen einfache Spiralröhren zu finden, und dieses ist selbst bei den Gräsern der Fall, wo es aber etwas mühsam zu verfolgen ist. Das Auftreten der ringförmigen Spiralröhre ist auch keineswegs mit einem schnellen Wachsthume der Pflanze verbunden, oder gar davon als abhängig zu betrachten. In schnell wachsenden vergeilten Kartoffeln, wo der Stengel oft eine aufserordentliche Länge erhält, sind die Spiralröhren einfach und sogar mit dichten Windungen zu beobachten, ganz so, als wenn diese Pflanze unter gewöhnlichen Verhältnissen gewachsen wäre. Indessen, was am meisten gegen eine solche Ursache zur Entstehung der Ringröhre spricht, ist der Umstand, dafs man in einem

Digitized by Google

und demselben Bündel von Spiralröhren sowohl solche antrifft, welche noch ganz vollständig und abrollbar sind, während gleich dicht daneben wirkliche Ringröhren auftreten; und auch unter diesen, oft unmittelbar neben einander liegenden Röhren findet in Hinsicht der Entfernungen, worin die einzelnen Ringe von einander stehen, die gröfste Verschiedenheit statt, während sie bei allen Röhren gleich sein müfste, wenn eine und dieselbe ziehende Gewalt auf sämmtliche Röhren eines Bündels wirkte.

In meiner Phytotomie §. 275. habe ich die verschiedenen Ansichten der früheren Phytotomen über die Entstehung dieser Ringröhren nachgewiesen, und man durfte sich früher in der That nicht wundern, dafs von verschiedenen Autoren oft ganz entgegengesetzte Ansichten ausgesprochen wurden, denn so etwas findet man zuweilen noch heutigen Tages, wie wir es an verschiedenen Stellen dieser Schrift nachgewiesen haben.

Neuerlichst hat Herr Treviranus *) die ringförmigen Spiralröhren zu der Klasse der gestreiften gebracht, weil, wie er meint, der Theilung kein Ende sein würde, wollte man dem Vorschlage anderer Physiologen folgen. Indessen diese Meinungs-Verschiedenheit des Herrn Treviranus beruhet erstlich auf einem Irrthume, denn diejenigen Bildungen auf den Wänden der gestreiften Spiralröhren, welche zu ihrer Benennung Anlafs geben, sind nicht die Windungen der Spiralfaser, welche eben bei den ringförmigen Spiralröhren die Streifen bilden, sondern es sind die verdünnten Stellen zwischen den Windungen der Spiralfaser, und demnach ist die gleiche Benennung so verschieden geformter Spiralröhren, wie sie Herr Treviranus einzuführen wünscht, nicht annehmbar.

Eine sehr grofse Verschiedenheit herrscht unter den Ringröhren in Bezug auf die Entfernung, in welcher die einzelnen Ringe von einander stehen, ja solche Verschiedenheit kommt bei den einfachen Spiralröhren niemals vor;

*) Physiologie der Gewächse. I. pag. 95.

Digitized by Google

oft zeigen neben einander liegende Ringröhren hierin die auffallendste Verschiedenheit. Herr Kieser glaubte beobachtet zu haben, dafs die Entfernung oder der Zwischenraum zwischen zwei Ringen dem Durchmesser des Ringes gleich komme; dieses kommt allerdings auch öfters vor, doch es ist nicht Regel. Zuweilen sind die Entfernungen zwischen zwei Ringen 10, 12 — 15mal länger, als der Durchmesser des Ringes beträgt, und unmittelbar daneben liegen andere Ringröhren, in welchen die Ringe um sehr Vieles näher gestellt sind, ja zuweilen auch noch einfache Spiralröhren mit ganz dichten Windungen u. s. w. Dergleichen Röhren mit sehr entfernt stehenden Ringen sind gewöhnlich äufserst klein und liegen neben den grofsen Spiralröhren, welche oftmals 5 — 20mal gröfser sind, als jene. Auch pflegt sich für gewisse Familien die Stellung der ringförmigen Spiralröhren ganz bestimmt zu wiederholen; so liegen in den Holzbündeln der Monocotyledonen die grofsen Spiralröhren nach Aufsen zu, während die kleineren ringförmigen Röhren nach dem Inneren zu vorkommen.

Bei den ringförmigen Spiralröhren ist es meistens sehr leicht, die feine Membran zu erkennen, welche die ganze Röhre umschliefst, und hier kommen dergleichen Längenstreifen sehr deutlich vor, von denen in allen phytotomischen Schriften die Rede ist; diese Streifen, welche durch die Eindrücke der Kanten der angrenzenden Zellen entstehen, könnten gar nicht vorkommen, wenn nicht eine feine Haut da wäre, welche die ganze Röhre umschliefst. Herr Kieser bestreitet den Ringröhren wie den einfachen Spiralröhren die umschliefsende Membran, obgleich dieselbe in so vielen Fällen, als bei der Balsamine, bei den Cucurbitaceen, der Tradescantia u. s. w. auf das deutlichste zu sehen ist, so wie auch in allen anderen Fällen, wenn man hinreichend starke Vergröfserung bei der Beobachtung anwendet.

Sind die einzelnen Glieder der ringförmigen Spiralröhre tonnenförmig angeschwollen, etwa wie im Cactus

Digitized by Google

cylindricus, so ist die umschliefsende Haut am deutlichsten zu erkennen, da sie in diesem Falle nicht parallel den angrenzenden Zellenwänden verlaufen, daher man sie auch mit solchen nicht verwechseln kann. In diesem Falle wird der Rand eines jeden Ringes von der umschliefsenden Membran genau eingefafst oder, was dasselbe ist, der Rand des Ringes liegt hier in einer entsprechenden Vertiefung des umschliefsenden Schlauches. Im ganz jugendlichen Zustande sind die Ringe mit der umschliefsenden Membran wenig oder gar nicht verbunden, so dafs man, schon bei den leisesten Schnitten, die einzelnen Ringe aus ihrer horizontalen Stellung reifst und sie umwirft; zuweilen bleibt dieser Zustand für die ganze Lebensdauer der Pflanze, zuweilen verwachsen aber auch die Ringe mit der umschliefsenden Membran in Folge des Alters der Pflanze.

In manchen Fällen, wo die Ringe der Röhre sehr weit auseinander stehen, ist indessen auch zu beobachten, dafs die umschliefsende Haut zerreifst und endlich ganz verschwindet. Ganz deutlich kann man dieses im Stamme des Riesen-Mays sehen, wo unmittelbar an dem Rande des Luft-führenden Kanales eine Ringröhre gestellt ist, deren Ringe weit auseinander stehen und meistens immer ganz frei in die Höhle des Luftkanales hineinreichen. Hier ist die umschliefsende Haut nach der Seite der Lufthöhle zu, ganz deutlich als zerrissen zu beobachten, wenn man die allmälige Entstehung jenes Luftkanales verfolgt.

Die netzförmigen Spiralröhren sind in der Metamorphose der einfachen Spiralröhre weiter vorgeschritten, als die ringförmigen Spiralröhren; es sind gleichsam ringförmige Spiralröhren, deren Ringe durch seitliche Verästelung und schräg verlaufende Fasern mit einander verbunden sind, so dafs die Windungen der Spiralfaser, welche die Wand der Röhre bilden, ein netzförmiges Gewebe darstellen.

Wir haben schon früher von der Verästelung der Spiralfaser gesprochen; sie ist gleich mit der ersten Bildung der Faser gegeben und die daraus entstehenden Aeste

Digitized by Google

laufen parallel neben einander, wie wenn gleich ursprünglich mehrere Spiralfasern die Röhre bilden. Die Verästelung und Verwachsung der Windungen der Spiralfaser, von denen hier, bei der Bildung der netzförmigen Spiralröhren die Rede ist, sind jedoch ganz anderer Art, sie verlaufen von der einen Windung zur nächstliegenden, und meistens geschieht dieses nach einer gewissen Regel, so dafs sämmtliche Windungen in einer ganz geraden Linie mit einander verwachsen sind, und diese Linie entspricht offenbar der Kante der anliegenden Zellen. Jene feinen Streifen, welche selbst auf den Wänden der einfachen Spiralröhren gelegen waren, haben mit diesen einen gemeinschaftlichen Ursprung, doch zeigen sich die Letzteren sehr bedeutend breit, fast immer so breit, als die Faser der Windung breit ist, und Herr Link *) schlägt vor dergleichen Spiralröhren längsgestreifte zu nennen. Doch bei dieser einreihigen regelmäfsigen Verwachsung der Spiralfaser-Ringe, pflegt es nur sehr selten stehen zu bleiben, und die Balsamine selbst zeigt, im ausgewachsenen Zustande hierin die auffallendsten Bildungen. Nämlich aufser jenen kurzen, von einem Ringe zum anderen verlaufenden Auswüchse, treten noch andere hervor, welche entweder ebenfalls nach einer bestimmten Linie gestellt sind, oder auch wohl in schiefer Richtung von einem Ringe zum anderen verlaufen; auf diese Weise entsteht meistentheils ein sehr unregelmäfsiges aber oftmals sehr niedlich geformtes Netz, worin es zuweilen schwer wird, die Folge der Bildungen nachzuweisen. Eine allgemeine Regel ist es, dafs die Fasern mit der umschliefsenden Membran innig verwachsen. Die Mannigfaltigkeit in der Form der netzförmigen Spiralröhren läfst sich nicht mit Worten, sondern nur durch Zeichnungen nachweisen, deren Anzahl aber bekanntlich bei Werken dieser Art nicht zu grofs sein darf. Sehr niedlich sind die netzförmigen Spiralröhren in dem Stengel der Lathraea.

*) Elem. phil. bot. Ed. alt. I. p. 167.

Digitized by Google

Die netzförmigen Spiralröhren sind zwar hauptsächlich bei saftreichen Monocotyledonen, z. B. bei den Cannaceen, Scitamineen und bei den Palmen vorkommend, aber auch eine grofse Menge von saftigen Dicotyledonen haben diese eigenthümliche Metamorphose der Spiralröhren aufzuweisen, welche sich jedoch fast in jeder Pflanze anders ausdrückt, aber mit Leichtigkeit auf einer und derselben Weise zu erklären ist. Netzförmige Verwachsungen der Spiralfasern finden aber nur in solchen Fällen statt, wo die einzelnen Windungen ziemlich weit auseinander stehen, ist dieses nicht der Fall, ja stehen die Windungen der Spiralfaser dicht neben einander, so entstehen aus solchen Verwachsungen die gestreiften Spiralröhren und deren Abänderungen. Auffallend möchte es sein, dafs diese netzförmigen Spiralröhren häufiger in den Wurzeln der Pflanzen vorkommen, als im Stamme und im Stengel, dagegen fehlen sie in den Blättern wohl gänzlich.

So wie die übrigen Formen der Spiralröhren, so treten auch diese in den Knoten der Pflanze sehr kurzgegliedert auf, und erhalten alsdann die gröfste Aehnlichkeit mit dergleichen netzförmigen Zellen, welche durch Verwachsungen der Spiralfaser-Zellen entstehen.

Die erste Characteristik derjenigen metamorphosirten Spiralröhren, welche wir unter den gestreiften Spiralröhren verstehen, gab Herr Mirbel*), indem er sagte: Die falschen Tracheen sind mit Querspalten durchzogen oder durchschnitten, welche nicht um den ganzen Kanal gehen, so dafs man diese Gefäfse weder in besondere Ringe trennen, noch als ein spiralförmiges Band abrollen kann, da sich der Zusammenhang dieser unter einander leicht mit geringer Aufmerksamkeit entdecken läfst. Herr L. Treviranus**) stimmte darin mit jener Erklärung überein, dafs die Wände dieser Gefäfse mit Querspalten versehen wären, obgleich es, schon bei Beobachtungen mit

*) Trait. d'Anat. etc. pag. 64.

**) Vom inwendigen Bau der Gewächse. 1806.

Digitized by Google

mit gewöhnlichen Mikroskopen sehr leicht war das Gegentheil daran zu erkennen. Die Bildungen auf den Wänden der Spiralröhren, welche die Herren Mirbel und Treviranus einstens für Spalten erklärten, nennen wir jetzt Streifen, und sie sind nicht etwa Oeffnungen in den Wänden der Spiralröhren, sondern es sind verdünnte Stellen, ganz ähnlich gebauet den Tüpfeln in der Zellenmembran, welche öfters ebenfalls in Form von Streifen auftreten, wie ich dieses aus dem Fruchtstiele des Kürbisses in Fig. 2. Tab. I. dargestellt habe.

So wie die Tüpfel auf den Zellenwänden immer nur an den Stellen zwischen nebeneinander liegenden Windungen der Spiralfaser, woraus die Membran zusammengewachsen ist, entstehen, so verhält es sich auch mit dem Auftreten der Streifen und der Tüpfel auf den Wänden der metamorphosirten Spiralröhren; demnach sind die Streifen auf den gestreiften Spiralröhren nicht aus den Windungen der Spiralfaser entstanden, sondern es sind die schmalen Räume zwischen den Windungen der Faser, welche mit der umschliefsenden Haut zusammengenommen dicker ist, als die zarte Haut allein, so sind jene Streifen sehr verdünnte Stellen, welche durch die zarte Membran geschlossen werden, die sich äufserlich über die Windungen der Spiralfaser hinzieht. S. Fig. 15. Tab. III. u. s. w. Demnach sind die Ansichten derjenigen Schriftsteller unrichtig, welche die Metamorphose der Spiralröhren durch ein blofses Zerfallen der Spiralfaser in mehr oder weniger lange Stücke erklären, denn die Streifen, welche die Unterbrechungen zeigen, sind eben, wie vorhin gezeigt wurde, nicht etwa die zerfallenen Faserwindungen, sondern es sind die Räume zwischen den Windungen, und ihre Unterbrechung geschieht durch inniges Verwachsen der einschliefsenden Windungen der Spiralfaser.

Wenn dergleichen Streifen auf den Wänden der metamorphosirten Spiralröhren in neben einander liegenden Windungen ungleich lang sind, wie z. B. in Fig. 12. Tab. III. u. s. w., so nannte sie einst C. Sprengel: Treppengänge

Digitized by Google

wahrscheinlich aus der, etwas sehr entfernt ähnlichen Stellung der Streifen mit den Stufen einer Treppe; Herr Mirbel nannte sie Tubes mixtes, und sagte, dafs sie ihrer Länge nach abwechselnd von Poren durchlöchert, quer gespalten und dann wieder wie ein Kugelzieher eingeschnitten wären. Diese sogenannten Poren sind die Tüpfel, welche als zerfallene Streifen angesehen werden könnten; die Spalten sind die Streifen und das Ende der gleichförmigen Spiralröhre wird mit einem Kugelzieher verglichen. Mehrere Modificationen von gestreiften Spiralröhren findet man in den Figuren 9. und 12. Tab. III. dargestellt, und hierbei, besonders aus der Abbildung in Fig. 12. wird man erkennen, dafs die Unterbrechung der Streifen im Allgemeinen nach einer Regel stattfindet, und dafs diese im Verlaufe der Kanten der angrenzenden Zellen sich zeigt. Demnach zeigt sich hierauf ein Einflufs der angrenzenden Organe, denn die Breite der Streifen hängt fast ganz regelmäfsig von der Breite der Organe ab, welche zunächst der Spiralröhre gestellt sind; es ist indessen nicht allgemeine Regel.

Wir glauben, dafs es aufser allem gegründeten Zweifel gestellt ist, dafs die gestreiften Spiralröhren eine Metamorphosen-Stufe der einfachen Spiralröhren sind, aber so, wie die ringförmigen Spiralröhren nur Durchgangsform für die netzförmigen Spiralröhren sind, so verhalten sich auch die gestreiften Spiralröhren zu den getüpfelten oder den sogenannten punktirten Spiralröhren, welche im Holze der Dicotyledonen so ganz allgemein vorkommen. Bei manchen Pflanzen-Familien bleibt die Verwandlung der Spiralröhren auf der Stufe der gestreiften Röhren stehen, wie dieses z. B. bei den Farrn, sowohl bei den baumartigen, als bei den krautartigen der Fall ist. Da bei diesen Pflanzen die Spiralröhren meistens in grofser Anzahl in Form von Bündeln vorkommen, und durch gegenseitigen Druck gleichsam die Form von langgestreckten prismatischen Zellen erhalten, dabei aber ein sehr grofses Lumen haben, so sind auch die einzelnen Seiten-

Digitized by Google

wände dieser Röhren sehr breit, und dadurch wird das Auftreten sehr langer Querstreifen auf diesen Spiralröhren bedingt, was man z. B. auf der Abbildung in Fig. 12. Tab. III. ersehen kann. Man darf aber aus diesen Beobachtungen keineswegs den Schluſs ziehen, daſs gestreifte Spiralröhren entstehen, wenn andere Spiralröhren unmittelbar angrenzen, daſs aber eine andere Bildung erfolgt, wenn Zellen statt der Spiralröhren unmittelbar den Spiralröhren anliegen. Wenn man eine Anzahl von Farrn in Hinsicht dieser gestreiften Spiralröhren untersucht, so wird man, ganz besonders an der Wurzel dieser Pflanzen deutlich verfolgen können, wie die Metamorphose der Wände der Spiralröhren, eine und dieselbe ist, wenn die Zellen oder die Spiralröhren, welche jenen zunächst angrenzen, mit gleich breiten Seitenwänden anliegen; demnach liegt die Art der Metamorphose dieser Spiralröhren nicht in der Natur der angrenzenden Organe, sondern vielmehr in der Form derselben und der Festigkeit, mit welcher sich diese angrenzenden Organe mit einander verbinden.

Dieses ist nun zwar die Regel, aber es fehlt auch nicht an Ausnahmen, und man findet nicht selten, daſs mitten zwischen gleichlangen Streifen, welche die Breite einer angrenzenden Zelle entsprechen, daſs mitten zwischen diesen auch einige Streifen vorkommen, welche in kleinere Theile abgetrennt sind, wodurch so kurze Streifen entstehen, daſs sie schon den gewöhnlichen Tüpfeln ähnlich werden; hier kann man keine Ursache nachweisen, weſshalb ein nochmaliges Verwachsen nebeneinander liegender Windungen statt fand, wodurch die Streifen in kleinere Theile getrennt wurden. Auffallend ist es, daſs die gestreiften Spiralröhren gewissen Familien von Pflanzen, ganz ausschlieſslich zukommen, aber ebenso tritt dieses für einzelne Theile der Pflanzen auf, denn in den Wurzeln z. B. findet man, fast bei allen vollkommeneren Pflanzen die gestreiften Spiralröhren. Auch ist es gar nicht selten, und fast von allen Phytotomen beobachtet

Digitized by Google

worden, dafs sich gestreifte Spiralröhren auf mehr oder weniger lange Strecken in Form eines spiralförmig gedrehten Bandes abwickelen lassen. Oefter habe ich solche abgewickelte Bänder beobachtet, welche meistens aus drei parallelen Spiralfasern bestanden und daher immer nur zwei Streifen zeigten.

Bei den getüpfelten Spiralröhren ist die ganze Wand mit kleinen Tüpfeln bekleidet, welche in ihrer Lage dem Verlaufe der Spiralfasern entsprechen, woraus die Röhre durch Verwachsung zusammengesetzt ist. Die einzelnen Fasern von einander zu trennen, das ist hier noch niemals gelungen, wohl aber kann man auch diese Spiralröhren in Form des spiralförmigen Bandes auseinander ziehen, was mir bei der Kürbifs-Pflanze öfters geglückt ist und ebenfalls als ein Beweifs für die Metamorphose dieser Röhren aus einfachen Spiralröhren angesehen werden kann.

Die Haut der getüpfelten Spiralröhre ist von aufserordentlicher Festigkeit, obgleich ihre Dicke nicht bedeutend ist; eigentlich besteht sie nur aus zwei Schichten, wovon die äufsere Haut, welche die ganze Spiralröhre umschliefst, die äufsere Schicht und die Spiralröhre die innere Schicht bildet, doch diese innere Schicht verdickt sich durch Anlagerung neuer Schichten, die freilich sehr zart sind, aber doch wahrnehmbar, wie es z. B. die Abbildung in Fig. 15. Tab. III. u. s. w. zeigt. Die Festigkeit der Wände der getüpfelten Röhren ist so bedeutend, dafs sie, bei der Maceration der Gewächse, neben den Faser-Zellen am längsten ausdauern.

Die getüpfelten Spiralröhren, welche durch ihre Gröfse und durch ihre Richtung in manchen Pflanzen so aufserordentlich auffallend sind, waren auch schon von den ältesten Pflanzen-Anatomen beobachtet und mehr oder weniger gut abgebildet, doch hat erst Herr Mirbel dieselben genauer beobachtet, und sie von den übrigen Formen der Spiralröhren unter dem Namen der porösen Gefäfse getrennt, denn die Tüpfel, welche in so grofser Anzahl auf den Wänden dieser Röhren vorkommen, hielt Herr

Digitized by Google

Mirbel für Poren, welche sich ähnlich verhalten sollten den Poren in den Zellenwänden, deren Nichtvorhandensein wir schon früher nachgewiesen haben.

Ich habe in meiner Phytotomie die Meinung geäufsert, dafs sich die Zellenmembran der Spiralfaser-Zellen zuerst entwickele, und dafs die Spiralfaser innerhalb dieser Zellen eine secundäre Bildung sei, dafs es sich dagegen bei den Spiralröhren gerade umgekehrt verhalte, indem hier die Spiralfaser die ursprüngliche und die umschliefsende Membran die secundäre Bildung sei; indessen gegenwärtig, nachdem ich die nahe Verwandtschaft, ja die Gleichheit zwischen Zellen und Spiralröhren nachgewiesen zu haben glaube, gegenwärtig bin ich der Meinung, dafs sich die Bildung der Spiralröhren ebenso wie die der Spiralfaser-Zellen verhalte, und dafs hier wie dort die Verwachsungen und Verwandlungen auf ganz ähnliche Weise entstehen. Auch Herr Mohl *) beschreibt die Bildung der getüpfelten Spiralröhren in Tamus und Dioscorea ganz auf dieselbe Weise; der grofse cylindrische Schlauch von einer sehr feinen und wasserhellen Membran, welcher ursprünglich beobachtet wird, zeigt später auf seiner inneren Fläche äufserst zarte und spiralförmig gewundene Fasern, welche als eine zweite Schicht der ursprünglichen Schlauchhaut anzusehen sind. Erst wenn die Windungen dieser inneren Schicht mit der äufseren Membran verwachsen und unter sich verschmelzen, dann entstehen jene Verwandlungen, die wir als gestreifte und als punktirte Spiralröhren kennen gelernt haben.

Mehrere andere Phytotomen, als Herr Mirbel, Bernhardi, L. Treviranus und H. Schultz haben sich gegen die Entstehung der getüpfelten Spiralröhren aus einfachen Spiralröhren erklärt, doch diese Sache ist gegenwärtig, wenn man nämlich den Begriff der Metamorphose richtig auffafst, so entschieden, dafs jene abweichenden Ansichten nur noch historischen Werth haben, und noch im Verlaufe

*) De palmarum struct. p. XII. §. 29.

Digitized by Google

dieses Capitels werde ich den Ungrund nachzuweisen suchen, worauf einige der genannten Phytotomen ihre Ansicht gegen die Metamorphose der Spiralröhren gestützt haben.

Die Tüpfel auf den Wänden der getüpfelten Spiralröhren zeigen in mehrfacher Hinsicht grofse Verschiedenheiten; sie stehen meistens in sehr regelmäfsig verlaufenden Reihen, welche entweder ganz horizontal oder mehr oder weniger schräg gestellt sind, ganz so, wie die Richtung der Windungen der Spiralfasern war, woraus die Röhre bei ihrer Entstehung zusammengesetzt ist. Auch in Hinsicht der Form sind diese Tüpfel, so wie in Hinsicht der Gröfse bei verschiedenen Pflanzen ganz aufserordentlich verschieden; bei einigen Pflanzen sind die Tüpfel sehr klein, bei anderen dagegen sehr grofs; Ersteres findet bei sehr harten Hölzern, Letzteres dagegen bei weicheren Hölzern statt. Bei einigen Pflanzen sind die Tüpfel in der Jugend klein und werden später immer gröfser, bis zu einem gewissen Grade, wie z. B. Cissus tuberculata Bl., Laurus Sassafras, etc. Bei anderen Pflanzen sind die Tüpfel dagegen in früherer Zeit grofs und werden erst mit zunehmendem Alter kleiner und kleiner, wobei sie auch ihre Form bedeutend veränderen.

Zuweilen stehen die Reihen der Tüpfel sehr dicht nebeneinander, in anderen Fällen dagegen stehen sie weniger dicht. Dicht stehende Windungen der Spiralfasern sind die Veranlassung zu dicht stehenden Tüpfelreihen; wo die Windungen weitläuftig stehen, da sind auch die Reihen der Tüpfel weitläuftig stehend, wie dieses bei den Monocotyledonen und bei succulenten Pflanzen überhaupt ganz gewöhnlich ist, dagegen haben harte Hölzer fast immer getüpfelte Spiralröhren mit sehr dicht stehenden Reihen.

Im Allgemeinen ist die Form der Tüpfel elliptisch und oft so breit gezogen, dafs sie wie die Streifen in den gestreiften Spiralröhren erscheinen; selten sind sie dagegen rund. Die elliptischen Tüpfel stehen stets mit ihrem

Digitized by Google

Längendurchmesser nach dem Verlaufe der Spiralfaser-Windung, aus Ursachen, welche wir schon früher pag. 90, als von der Lage der Tüpfel auf den Zellenwänden die Rede war, auseinandergesetzt haben.

Der Bau der Tüpfel auf den Wänden dieser Spiralröhren ist mit demjenigen der Streifen auf den gestreiften Spiralröhren ganz übereinstimmend, beobachtet man diese oder jene mit hinreichend starker Vergröfserung, so findet man, dafs sie zwei Kreise zeigen, wovon der innere, welcher durch einen stärkeren Schattenring eingefafst wird, den wahren Tüpfel darstellt, der in einer Vertiefung auf der inneren Fläche der Membran besteht, wodurch die Wand der Röhre eine verdünnte Stelle, offenbar zum Durchgange der enthaltenen Flüssigkeiten zeigt. Der äufsere Kreis ist dagegen mit dem sogenannten Hofe bei den Tüpfeln im Coniferen-Holze zu vergleichen, und er wird durch eine warzenförmige Erhebung nach der Höhle der Röhre hervorgebracht, ganz so, wie wir es bei der Bildung des Hofes an den Tüpfeln im Coniferen-Holze auf pag. 86. nachgewiesen haben. Auch haben wir diesen Bau der Streifen durch Längsschnitte und Querschnitte, welche in den Figuren 12., 13., 14., 15. und 16. Tab. III. zu sehen sind, ausführlich dargestellt. In der Abbildung der Fig. 12. erkennt man noch Nichts von dem Hofe, welcher die einzelnen Streifen umgiebt. In Fig. 19. dagegen erkennt man bei einer 680maligen Vergröfserung den Hof, welcher einen jeden der Streifen umgiebt, schon ganz deutlich, doch erst bei einer 1000maligen Vergröfserung, wie in Fig. 13., dicht daneben, sieht man, dafs der Hof eines jeden Streifens ganz für sich besteht und getrennt von dem Hofe des daneben liegenden Streifens verläuft. In den Figuren 15. und 16. sind diese Streifen mit ihren Höfen auf Querschnitten dargestellt. o o ist der Raum zwischen den auseinander getretenen Wänden der nebenbei liegenden Röhren, und die Einfassung dieses Zwischenraumes, auf einem Längenschnitte betrachtet, bildet gerade den Hof eines jeden Streifes. Der Streifen selbst, welcher

Digitized by Google

in einer rinnenförmigen Vertiefung der inneren Fläche der Membran besteht, ist durch die seitlichen Einfassungswände p, p angedeutet. Das ganze Stück der Spiralröhrenwand, welches innerhalb der Querlinien p, p liegt, erscheint viel heller, als die dicht angrenzenden Stellen von q, q u. s. w., und zwar wird diese Verschiedenheit gerade durch die mindere Dicke des Schnittes an der Stelle des Streifens veranlafst. Durchschneidet man dagegen diese Streifen nach der Länge der Röhre, so bemerkt man jedesmal an der Stelle des Streifes eine Einkerbung, wie sie bei den Seitenwänden c d in Fig. 12. Tab. III. dargestellt sind. Ganz ebenso verhält sich die Structur der Tüpfel auf den Wänden der getüpfelten Spiralröhren; sehr oft tritt die Hofbildung früher ein, als die Bildung des Tüpfels, welche ganz allgemein erst mit dem Dickerwerden der Membranen erscheint. Auch bei den Tüpfeln auf den Wänden des Prosenchym's der Coniferen habe ich schon diese Bemerkung angegeben. Es ist aber wohl nicht immer der Fall; obgleich man den Hof meistens erst bei sehr starker Vergröfserung erkennt.

Die Phytotomen waren früher *) über die Structur der Tüpfel auf den Wänden dieser getüpfelten Spiralröhren gar sehr verschiedener Meinung und vielleicht möchte die vorhin angegebene Erklärung derselben ebenfalls von verschiedenen Seiten Einwendung finden, indessen beobachtet man diese Tüpfel bei hinreichend starker Vergröfserung, auf glücklich geführten Querschnitten, und vergleicht man hiemit das Bild, welches die Tüpfel auf ihrer Ansicht der Fläche nach zeigen, so wird man sich von der Richtigkeit der gegebenen Erklärung überzeugen.

Herr Agardh **) dagegen bestätigt in seinem berühmten Werke, dafs sich die Tüpfel (Punkte wie er sie nennt) und die Streifen bei den gestreiften Spiralröhren auf chemischem Wege ganz ebenso verhielten, wie es Herr Du-

*) S. Phytotomie. §. 295.
**) Organ. pag. 140.

Digitized by Google

trochet bei den Zellensaft-Kügelchen gefunden hätte. Da nun Herr Dutrochet jene Körner in den Zellen für die Nervensubstanz der Pflanzen erklärt hat, so möchte Herr Agardh diese Organe wohl auch für Nerven halten und die Pflanzen dadurch höher beleben lassen. Indessen jene angeblichen Beobachtungen, worauf sich diese Ansicht basirt, habe ich niemals bestätigen können.

Die Tüpfel kommen auf allen Seiten der getüpfelten Spiralröhren vor, und nicht etwa nur auf denjenigen, welche den Markstrahlen zu gelegen sind, wie dieses im Holze der Coniferen durchschnittlich der Fall ist. Nach Moldenhawer's Angabe sollen die umschliefsenden Organe, d. h. diejenigen, welche der Wand der Spiralröhren unmittelbar anliegen, auf die Erzeugung der einen oder der anderen Metamorphosen-Stufe grofsen Einflufs haben; eine Ansicht, welche gegenwärtig so grofsen Beifall findet, dafs wir etwas umständlicher die Gründe dafür und dagegen anführen müssen. Diese Ansicht des jüngeren Moldenhawer's ist neuerlichst durch Herrn Mohl *) von Neuem ausgesprochen, und noch mehrere andere Phytotomen scheinen sich derselben mehr oder weniger bestimmt anzuschliefsen, obgleich es in der That sehr leicht ist, das Gegentheil zu erweisen, dafs nämlich die Metamorphose der Spiralröhren nicht von der Natur der angrenzenden Theile abhängig ist. Die Sache verhält sich ganz so, wie wir dieses schon bei der Entstehung der grofsen Tüpfel auf den Zellenwänden des Coniferen-Holzes nachgewiesen haben. Hier treten zwar die Tüpfel auf denjenigen Seiten der Zellen auf, welche den Markstrahlen zugewendet sind, also ganz so, wie es Herr Kieser bei dem Sassafras-Holze beobachtete; doch wir haben auch Coniferen kennen gelernt, wo die Tüpfel auf allen Seiten der Prosenchym-Zellen auftraten.

Bei den Farrn treten bekanntlich die Spiralröhren in Form grofser Bündel auf, es liegen hier also eine sehr

*) De palm. struct. XI. §. 25.

Digitized by Google

grofse Anzahl von Spiralröhren unmittelbar nebeneinander, und dennoch sind es nur gestreifte Spiralröhren, welche hier auftreten, und eine herablaufende Reihe von Tüpfel kommt auf den Wänden dieser Spiralröhren nur dann vor, wenn irgend ein anderes Elementar-Organ, mag es eine Spiralröhre, mag es eine Zelle sein, mit einer ganz schmalen Seitenwand jene Spiralröhre unmittelbar anliegt, so dafs man hieraus den Schlufs ziehen könnte, dafs die Breite, oder überhaupt die Form der angrenzenden Organe, so wie die Festigkeit der Verbindung auf die Gestaltung der Spiralröhren Einflufs habe. In anderen Fällen verhält es sich dagegen wieder ganz anders. Es ist eine leicht zu beobachtende Erscheinung, dafs die grofsen Spiralröhren im Stengel der Kürbis-artigen Pflanzen theils ganz metamorphosirt und als getüpfelte Spiralröhren auftreten, oder dafs sie ganz unverwachsen als einfache Spiralröhren zurückbleiben. Viele dieser grofsen Röhren liegen ganz einzeln und zerstreuet in dem Parenchym des Stengels, ja wohl selten sind die umschliefsenden Zellen sehr innig mit der Wand der Spiralröhren verwachsen, so dafs sie, selbst bei der Maceration dieses Pflanzentheiles den Spiralröhrenwänden anhängend bleiben, und dennoch sieht man, unter diesen Verhältnissen getüpfelte und ungetüpfelte Spiralröhren, während in dem vorhergehenden Beispiele, wo meistens nur Spiralröhren neben Spiralröhren lagen, meistens nur gestreifte Spiralröhren zum Vorscheine kamen, und sich Tüpfelreihen nur alsdann zeigten, wenn sich andere Organe mit schmalen Seitenwänden den Spiralröhren anlegten. Da es nun aber eine ganz richtige Beobachtung ist, dafs die Spiralröhren bei vielen Dicotyledonen auf denjenigen Seiten, mit welchen sie den Markstrahlen zu gelegen sind, eine ganz andere Form zeigen, als auf den übrigen Seiten, so ist dieses auf dieselbe Weise zu erklären, als das Auftreten der Tüpfel im Coniferen-Holze unter ähnlichen Verhältnissen, oder es ist uns vielmehr auf eben dieselbe Weise unerklärlich. Schliefslich verweise ich noch auf die Untersuchungen

Digitized by Google

dieses Gegenstandes bei den grofsen getüpfelten Spiralröhren des Eichenholzes. Diese Röhren sind rund herum mit schmalen und kurzen Pleurenchym-Zellen, welche die harte Holzmasse dieser Pflanze bilden, umgeben, und ganz genau nach der Breite dieser angrenzenden Zellen, stehen die Tüpfel auf den Wänden jener Röhren in Läng'sreihen.

Aufser den Läng'sstreifen, von welchen schon oft gesprochen wurde, kommen auf den Wänden der getüpfelten Spiralröhren, auch quer und schräg verlaufende Streifen vor, welche von ganz anderer Bedeutung sind und zu sehr verschiedenen Ansichten Veranlassung gegeben haben. Diese horizontalen und schräg verlaufenden Streifen erstrecken sich der Breite nach von dem einen Rande der Spiralröhre bis zum anderen.

Früher erklärte man dieselben meistentheils für Risse in der Membran der Spiralröhre, welche durch zu grofse Ausdehnung derselben entstehen sollten; gegenwärtig hat man sich jedoch überzeugt, dafs viele derselben den wirklichen Artikulationen zuzuschreiben sind, die übrigen möchten dagegen blofsen Einschnürungen angehören, von deren Dasein man sich durch Beobachtung grofser getüpfelter Röhren schon vermittelst der Loupe überzeugen kann, wenn man nämlich diese Röhren der Länge nach spaltet, was z. B. bei dem Eichenholze sehr leicht ist. Diese grofsen getüpfelten Spiralröhren aus dem Eichenholze, dem Buchenholze u. s. w. zeigen auf ihrer inneren Fläche, wenn man sie auf die, vorhin angegebene Weise beobachtet, in mehr oder weniger regelmäfsigen Entfernungen kleine Einschnürungen, und diese sind, auf der oberen Fläche der Röhre betrachtet, meistens als solche helle Querstreifen zu sehen, ohne dafs ihnen irgend eine Spur einer Querwand im Inneren der Höhle zukommt. Diese Einschnürungen kommen übrigens noch bei den anderen Metamorphosen-Stufen der Spiralröhren vor, so sind sie z. B. am schönsten gerade in den grofsen ringförmigen Spiralröhren des Cactus cylindricus, im Fruchtknoten des Cactus grandiflorus u. s. w.

Digitized by Google

Bemerkenswerth ist noch die eigenthümliche Structur, welche die zarte Wand aufzuweisen hat, durch welche die Scheidewände in der Artikulation zweier Glieder der metamorphosirten Spiralröhren dargestellt werden. Eine offene Communication herrscht fast zwischen allen Gliedern der Spiralröhre, wie wir dieses pag. 133. kennen gelernt haben, und die Scheidewände, welche zwischen den aufeinandersitzenden Gliedern vorkommen, sind entweder mit sehr grofsen Tüpfeln, d. h. mit verdünnten Stellen bedeckt, oder sie sind fast siebartig durchbrochen, oder sie sind endlich durch eine einzelne grofse Oeffnung durchlöchert. Auch können hier immer einige Stellen durchbrochen sein, ohne dafs sie der Beobachter erkennt, denn nur sehr selten gelingen die Schnitte so gut, dafs man diese Querwände (die schon an und für sich sehr klein sind) auf bedeutende Strecken übersehen kann; doch in der alten, ausgewachsenen Pflanze, wie z. B. im Holze der Bäume, da sind diese Querwände entweder mehr oder weniger zerrissen oder dieselben sind an einzelnen Stellen gleich einem Siebe durchbrochen.

Sechstes Capitel.

Ueber die Verbindung der Zellen unter sich.

Wenn man die Zellenmasse der Pflanzen in Hinsicht der Vereinigung der Zellen betrachtet, woraus das Gewebe besteht, so wird man finden, dafs die Zellen bald mehr bald weniger fest mit einander verbunden sind. Im Allgemeinen beobachtet man, dafs die Wände der Zellen mit ihren äufseren Flächen unmittelbar neben einander liegen, oft ganz, oft nur theilweise, aber von einer besonderen Substanz, welche etwa die einzelnen Zellen umhüllt und dann mit einander zusammenkittet, ist wenigstens bei den vollkommenen Pflanzen, gerade nichts zu beobachten. Ich

Digitized by Google

stimme Herrn L. Treviranus *) ganz bei, wenn er sagt dafs das Mittel, wodurch die Natur diesen Zusammenhang der Zellen unter einander bewirkt, nichts weiter als die Gerinnbarkeit der Materie ist, denn die Elementarorgane, wenn sie sich bilden und neben einander treten, sind noch in einem weichen Zustande, so dafs sie, durch ihre gegenseitige Berührung, in Folge der eintretenden Erhärtung mehr oder weniger fest mit einander verwachsen.

Eine solche Vereinigung der Zellen glauben wir bei Pflanzen mit vollkommenem Zellengewebe als Regel aufstellen zu müssen, doch werden wir später auch diejenigen Fälle näher betrachten, woselbst eine andere Art der Verbindung der Zellen vorhanden zu sein scheint. Es war bekanntlich der berühmte Moldenhawer, welcher glaubte gefunden zu haben, dafs in dem Raume, welchen die Zellen zwischen sich lassen, ein eigenes Gewebe vorkomme, wodurch die Zellen mit einander verbunden würden. Er nannte dieses Gewebe Zellengewebe, während er die wirkliche Masse der Zellen mit dem Namen zelligte Substanz belegte. Das Irrige dieser Annahme ist indessen von vielen Seiten aufgedeckt und dieselbe ist als beseitigt anzusehen. Später sprach der scharfsinnige Herr Agardh **) von einer Zwischensubstanz in dem Zellengewebe der Pflanzen, welche sich daselbst wie das Schleimgewebe bei den Thieren verhalten sollte. Herr Agardh glaubt nämlich, dafs die Zellen durch einen, in ihren Zwischenräumen zusammen gedrängten, verhärteten Schleim mit einander verwachsen wären, und dafs daher gar keine Intercellulargänge in den Pflanzen vorkämen. Es sind für diese Annahmen keine Beobachtungen bei höheren Pflanzen angeführt, und offenbar ist Herr Agardh zu derselben durch die Beobachtung der Algen gekommen; dafs es sich aber bei höheren Pflanzen ganz anders verhalte, das ist so leicht

*) Physiologie der Gewächse. I. pag. 73.

**) Biologie der Gewächse. pag. 129. und Organographie etc. pag. 93.

Digitized by Google

nachzuweisen, und ist auch so allgemein bekannt, dafs wir darüber fortgehen können.

Dagegen wurde in neuester Zeit durch Herrn Mohl *) dieser Gegenstand von Neuem in Anregung gebracht; er sprach die Meinung aus, dafs die Gelatina, aus welcher viele Cryptogamen, als die Gattungen: Ulva, Palmella, Hydrurus, Batrachospermum etc. gröfstentheils bestehen, einem bei den höheren Pflanzen beinahe völlig verschwundenen Bestandtheile entspricht, welcher zwischen den Zellen liegt und die Verbindung derselben unter einander vermittelt, dessen anatomische Darstellung aber nur noch bei wenigen Gefäfspflanzen möglich ist. Herr Mohl suchte seine ausgesprochene Ansicht damals nur bei der äufseren Haut des Pollenkornes geltend zu machen, und meinte, dafs dieselbe entweder entschieden aus Zellen bestehe oder aus kleinen, zellenähnlichen Körnern, und aus einer gleichförmigen, halbgelatinosen Masse, welche jene Körner zu einer Membran verbindet. Ja Herr Mohl **) glaubte durch die von ihm angegebenen Beobachtungen erwiesen zu haben, „dafs eine Vergleichung der äufseren Haut des Pollens mit einer Pflanzenzelle völlig unpassend sei, und dafs man dieselbe als ein aus Zellen oder deren Anfängen und einem homogenen Bindemittel zusammengesetztes Organ zu betrachten, und defshalb dieselbe nicht mit der einfachen Membran einer Pflanzen-Zelle, sondern mit zusammengesetzten Häuten, wie z. B. die Eihäute sind, zu vergleichen habe.“ Schon bei einer früheren Gelegenheit sprach ich mich dahin aus, dafs jene Ansicht über den Bau der Pollenhaut offenbar unstatthaft sei ***), und bald darauf hat auch Herr

*) Ueber den Bau und die Form der Pollenkörner. Bern 1834. 4to. pag. 17.

**) l. c. pag. 19.

***) S. meinen Jahresbericht v. 1834. — In Wiegmann's Archiv v. 1835. p. 152.

Mirbel *) jene Ansicht des Herrn Mohl bestritten und erklärt, dafs die Hüllen der Pollenbläschen als einfache Zellen zu betrachten sind, eine Meinung, der ich gegenwärtig ganz beistimme und auch durch direkte Beobachtungen erweisen kann.

Eine ausführliche Widerlegung der Ansichten des Herrn Mohl, über den Bau der Pollenhäute, war früher von weniger Wichtigkeit, als jetzt, da derselbe in einer neueren Schrift **) das allgemeine Vorkommen einer Intercellularsubstanz nachzuweisen sucht, welche die Zellen umhüllt und mit einander verkittet.

Ziemlich allgemein war früher die Ansicht unter den Pflanzen-Anatomen, dafs die Pollenkörner in gewissen Fällen aus einzelnen Zellen bestehen, dafs sie aber in anderen Fällen durch eine, aus Zellen zusammengesetzte Haut gebildet würden. Eine solche zellige Structur in der Haut des Pollenkornes glaubte man sehr deutlich bei der weifsen Lilie, wie bei vielen anderen Pflanzen zu beobachten, und ich selbst war früher, bei dem Gebrauche der unvollkommenen Mikroskope eben derselben Ansicht. Gegenwärtig aber, bei der Anwendung stärkerer Vergröfserungen bei hellerer Beleuchtung, ist es nicht schwer zu erkennen, dafs auch diese, scheinbar aus Zellen zusammengesetzte Haut der Pollenkörner, nur ein einfaches Bläschen ist, welches auf der äufseren Fläche durch ein Netz hervorragender Ränder umgeben ist. Was man für Zellen hielt, das sind nur die Maschen jenes Netzes, welche durch die eigentliche Haut des Pollenkornes gleichsam bekleidet sind. In Fig. 13. Tab. VI. ist ein kleiner Theil von der scheinbar zelligen Pollenhaut der weifsen Lilie nach einer 620maligen Vergröfserung treu abgebildet. Der dunkele Rand a b ist von der Einfassung der Spalte,

*) Examen critique d'un passage du Mém. de M. Hugo Mohl, sur la structure et les formes de grain de pollen. — Ann. des scienc. nat. 1835. II. p. 5.

**) Erläuterung und Vertheidigung meiner Ansicht von der Structur der Pflanzen-Substanz. Tübingen, 1836.

Digitized by Google

welche sich bei dem Aufplatzen dieser Pollenkörner der Länge nach zeigt und vorher als eine dunkele Längenfalte zu beobachten ist. Wie die Zeichnung zeigt, so werden die sogenannten Zellen der Pollenhaut nach dem Spaltenrande zu immer kleiner und kleiner, und ganz in der Nähe des Randes fehlen sie ganz; nach der anderen Seite dagegen, werden die Zellen bis zur Mitte der Membran immer gröfser und gröfser, und zugleich auch regelmäfsiger geformt. Wenn man von diesen Punkten des Pollenkornes den Rand bei einer guten Lage beobachtet, so wird man sich überzeugen, dafs die Streifen, welche die scheinbaren Zellen einfassen, in einem, über die Fläche der Membran hervorragenden Wulste bestehen. Diese Hervorragungen sind, der Spalte des Pollenbläschen zu, immer enger und enger verflochten, so dafs sie am Rande ganz zusammenlaufen und eine gleichmäfsige Masse bilden, welche der Membran eine bedeutende Dicke und Festigkeit giebt.

Bei starken Vergröfserungen erscheinen jene Streifen mit einer gelben Farbe und etwas dunkelen Rändern, während die Membran, welche von den Streifen eingefafst erscheint, viel weniger gefärbt, oft fast ungefärbt ist, doch, näher dem Rande der Spalte zu, wird auch sie allmälich etwas gelblich. Man hielt diese Streifen einmal für die Vereinigungslinien der nebeneinander liegenden Zellen, ähnlich den sogenannten lymphatischen Gefäfsen der Epidermis, und in der That, bei einer schwachen Vergröfserung glaubt man dieses auf das Bestimmteste zu sehen. Indessen bei starken Vergröfserungen sieht man nicht nur jenen Streifen zuweilen mitten in einer scheinbaren Zelle blind enden, wie z. B. bei r, s, k, l Fig. 13. Tab. VI., sondern man findet auch zuweilen einzelne Stellen, wo diese Streifen gänzlich unterbrochen sind, während die Haut des Pollenbläschens gleichmäfsig unter dieser Unterbrechung fortläuft. Endlich kann man noch beobachten, wenn man diese, scheinbar zellige Pollenhaut von der inneren Fläche betrachtet, dafs jene Streifen nicht durch die ganze Membran verlaufen, sondern nur der äufseren

Digitized by Google

Fläche angehören, auf der inneren Fläche ist dagegen keine Spur von jenen Streifen zu sehen, was doch auch der Fall sein müfste, wenn sie durch die Vereinigung nebeneinander liegender Zellen entstanden wären.

Neuerlichst, nämlich nach Herrn Mohl's Ansicht, will man jene Streifen, welche dafs grofsmaschige Netz bei c d e f Fig. 13. Tab. VI. bilden, gleichsam für Intercellularsubstanz halten, welche, als eine homogene Masse die Zellen mit einander verkittet; indessen, wie ich vorher schon bemerkt habe, so besteht die Haut des Pollenkornes nicht aus nebeneinander liegenden Zellen, und daher kann auch keine Intercellularsubstanz daselbst vorhanden sein.

Indessen der Bau dieser Pollenhaut ist bei verschiedenen Pflanzen gar sehr verschieden, aber nirgends ist eine Zusammensetzung aus Zellen oder aus zellenähnlichen Körperchen zu beobachten. Es würde hier weit über die vorgesetzten Grenzen führen, wollte ich über diesen Gegenstand specieller eingehen; nur einige allgemeine Bemerkungen mögen hier noch Platz finden. Wir haben vorhin, nämlich bei dem Pollen der weifsen Lilie kennen gelernt, dafs die scheinbaren Zellen aus der einfachen Membran gebildet wurden, und dafs die Ränder jener scheinbaren Zellen in einem hervorragenden Wulste auf der oberen Fläche bestehen. Bei sehr vielen Pflanzen findet sich ein Bau der Pollenhaut, welcher jenem der weifsen Lilie sehr ähnlich ist, doch häufig werden die scheinbaren Zellen kleiner und kleiner, treten mehr abgerundet in den Ecken auf und die Substanz der einfassenden Ränder nimmt zu. Bei anderen Pflanzen findet dagegen fast ein entgegengesetzter Bau statt, nämlich die scheinbaren Zellen treten als dunkeler gefärbte Stellen auf, welche gleichsam wie Zellen nebeneinander liegen und durch helle und sehr zarte Streifen miteinander verbunden sind. Hier würde man diese hellen Streifen für die Intercellularsubstanz halten, welche als eine homogene Masse die Zellen mit einander verkittet, die Zellen sind nicht vorhanden; jene zellenartigen Bildungen, wie sie in

Digitized by Google

Fig. 14. Tab. VI. aus der Pollenhaut der Amarillis Reginae hybr. dargestellt sind, bestehen nur in dunkelgefärbten schwachen Verdickungen der Membran, welche über die äufsere Fläche derselben hinausragen. In anderen Fällen werden diese scheinbaren Zellen immer kleiner, runden sich mehr ab, und erscheinen dann in Form von mehr oder weniger stark hervorragenden Pünktchen, Wärzchen, Tüpfel u. s. w., welche bald in grofser Anzahl über die ganze Pollenhaut verbreitet sind, bald in geringer Zahl und oft nur an gewissen Stellen derselben auftreten. Man kann alle diese äufseren Bildungen, sowohl die Wärzchen, als die hervorragenden Ränder, welche das niedliche Netz auf der Oberfläche mancher Pollenkörner bilden, mit einem scharfen Instrumente entfernen, ohne das Bläschen zu verletzen. Da nun die äufsere Pollenhaut nicht aus Zellen zusammengesetzt ist, so kann man diesen auch nicht die Absonderung der öligen Stoffe zuschreiben, welche die äufsere Fläche der Pollenkörner meistens überzieht; so viel ist aber zu beobachten, dafs dieser abgesonderte Stoff in gröfserer Menge von allen den Hervorragungen der Membran abgelagert ist.

Bei der Vertheidigung der angeführten Ansicht über die Structur der äufseren Pollenhaut, glaubte Herr Mohl in dem Baue einiger niederen Algen ein Analogon gefunden zu haben, nämlich bei den Gattungen Ulva, Palmella, Hydrurus u. s. w., wo in der gelatinösen Masse, woraus diese Pflanzen gröfstentheils bestehen, erst wenige Uranfänge von Zellen, unter der Form von kleinen Körnern erscheinen. Wie ich glaube, so verhält sich der Bau und die Fortpflanzung der Pflanzen jener Gattungen ganz gleich demjenigen der Gattung Nostoc, wo ich die Fortpflanzung deutlicher habe verfolgen können, als bei den Ulven und Palmellen. Die grüngefärbten Körner, oder die sphärischen Zellen, welche in der Gallerte der Nostoc-Arten auftreten, sind zugleich die Keime zur Fortpflanzung oder die künftigen jungen Nostoc-Individuen,

Digitized by Google

wie ich es schon an einem anderen Orte *) nachgewiesen habe. Sobald der alte Nostoc zerfällt, treten alle die kleinen Bläschen aus der gallertartigen Masse hervor, welche sie zuerst einhüllte und die Benennung der Intercellularsubstanz erhalten hat, und jedes jener Bläschen kann sich nun zu einem neuen Individuum umbilden. Das kleine Bläschen, d. i. die Nostoc-Spore, besteht aus einer Hülle von einer wenig festen Membran, und ist im Inneren mit einer schleimigen, wasserhellen Flüssigkeit angefüllt. Sobald das Bläschen selbstständig zu wachsen beginnt, schwillt die gallertartige Membran auf und das Bläschen wird dabei immer gröfser und gröfser, je nachdem es unter günstigen Verhältnissen mehr oder weniger Nahrungsstoff einzuziehen hat. Bei einer gewissen Gröfse des neuen Individuums beginnt eine Trübung der hellen Flüssigkeit, welche das Bläschen füllt, und es bilden sich wie durch plötzliche Krystallisation die neuen Keime, welche etwas später wiederum, als sphärische Zellchen erscheinen. Die wasserhelle Gallerte ist also bei diesen Pflanzen das Ursprüngliche und die Körner oder Zellen, welche darin auftreten, sind als die Saamen anzusehen, und schwerlich kann man das Erscheinen derselben mit demjenigen der Zellen in vollkommenen Pflanzen in Parallele stellen, wo die Bildung der Zellen gerade das Ursprüngliche ist.

Herr Mohl hat das Vorkommen einer solchen schleimig gallertartigen Masse, wie sie in der genannten Gattung erscheint, noch bei vielen anderen Cryptogamen näher beleuchtet, und zu zeigen gesucht, dafs sie überall von gleicher Bedeutung sei. Es würde uns viel zu weit führen, wollten wir hier alle jene einzelnen Fälle näher erörtern, daher beschränke ich mich nur auf die Betrachtung der schleimigen Hülle, welche alle im Wasser wachsenden Conferven aufzuweisen haben, und von Herrn

*) S. Meyen's Reise um die Erde. III. Zoologischer Theil. pag. 285.

Digitized by Google

Mohl für ein Analagon der Intercellularsubstanz der vollkommeneren Pflanzen erklärt wird. Vor Allem möchte ich jedoch die Bemerkung voraus schicken, dafs nicht nur die gröfste Zahl der Wassergewächse, sondern auch fast alle, ganz im Wasser lebenden Thiere, von den kleinsten Acalephen bis zu den riesigen Cetaceen u. s. w. mit ei- Schleimlage oder einer, derselben entsprechenden Masse überzogen sind, als wenn sich die Natur dieses Mittels bei den Wassergeschöpfen bedient, um dieselben gegen die Einwirkung des Wassers zu schützen. Bei denjenigen Pflanzen, welche im Wasser wachsen und eine solche Schleimschicht nicht aufzuweisen haben, wie z. B. die Potamogetonen, da ist die Cuticula der Epidermis mit einem eigenthümlichen, firnisartigen Glanze versehen. So wie die schleimige Masse, welche die Oberhaut der Wasserthiere überzieht, das Produkt einer Absonderung der Haut ist, so verhält es sich auch mit der schleimigen Hülle, welche die niederen Wasserpflanzen überzieht; sie vergröfsert sich mit zunehmendem Alter der Pflanze, und einige haben Viel, andere nur sehr Wenig von jener Masse aufzuweisen. Es sprach schon früher Herr L. Treviranus *) die Meinung aus, dafs die Conferven aus schleimigt gallertartigen Schläuchen und darin sitzenden, aneinandergereihten Gliedern (sporangia) bestehen. So erscheint die Sache allerdings, wenn man entwickelte Conferven beobachtet; die schleimige Hülle umschliefst den ganzen Conferven-Faden und erscheint besonders deutlich in den Vertiefungen bei den Artikulationen, jedoch nicht in der Art, wie es Herr Mohl **) dargestellt hat, sondern die schleimige Hülle füllt die Vertiefung, und der dreieckige Raum, welcher hier zwischen der Zellenmembran und der schleimigen Hülle mit einer besonderen Substanz erfüllt zu sein scheint, ist nur das Produkt der natürlichen Strahlenbrechung. Zwar glaubt Herr Treviranus seine Ansicht durch

*) Weber's und Mohr's Beiträge etc. pag. 163.

**) Pflanzen-Substanz etc. Tab. I. Fig. 15. b, oder Fig. 11. bei a.

Digitized by Google

die Entwickelungs-Geschichte der Conferven zu erweisen, doch mir scheint es, dafs sich durch diese gerade das Gegentheil erweisen läfst, dafs nämlich bei denselben die Haut des Utriculus das Ursprüngliche ist, und dafs die Schleimhülle erst von dieser Haut abgesondert wird. Bei den Spirogyren Link's (Zygnema Ag.) *), wo die entwickelten Fäden mit einer so bedeutenden Schleimhülle überzogen sind, dafs sie sich ganz schlüpfrig anfühlen, da kann man beobachten, wie die junge Pflanze noch keine Spur von jener Schleimhülle zeigt, und wie sich endlich bei der alten Pflanze, wenn sie nach der Fruchtbildung zerfällt, die dicke Schleimhülle allmälich löst oder sich allmälich auflöst. Die merkwürdige Vereinigung zweier Schläuche verschiedener Individuen zur Bildung der Fruchtkapsel, welche unter dem Namen der Conjugation bekannt geworden ist, findet hauptsächlich bei den Spirogyren statt, kommt jedoch, wie ich es nachweisen kann, noch bei vielen anderen Conferven zuweilen vor, so dafs die Erscheinung nicht zum Gattungs-Character benutzt werden kann, wie es Herr Agardh u. A. m. gethan haben. Wenn die grüne, zum Theil schleimige, zum Theil harzig körnige Masse aus dem einen Utriculus in den gegenüber stehenden Utriculus des conjungirten Fadens tritt, so vereinigen sich die Contenta der beiden Schläuche und bilden einen mehr oder weniger elliptischen Körper von schöner grüner Farbe, welcher auf seiner Oberfläche sehr bald gerinnt und dadurch eine sehr dicke, feste und etwas grünlich gefärbte Haut erhält, welche als Fruchtkapsel auftritt, denn die darin enthaltene Masse bildet sich zu Sporen oder zu der jungen Pflanze um. Dieses Sporangium liegt bei den Spirogyren gewöhnlich mitten im Utri-

*) Ich erlaube mir hier eine Bemerkung, welche ziemlich allen systematischen Schriftstellern im Felde der Algenkunde gilt; schwerlich möchte ein anderes Feld der Naturwissenschaften mehr Verstösse gegen die Priorität der Gattungsnamen aufzuweisen haben, als gerade die Algenkunde, ein Uebelstand, dem in dem neuesten Werke hierüber wohl etwas hätte abgeholfen werden können.

Digitized by Google

culus, ist bekanntlich mehr oder weniger grofs und zuweilen fast kugelförmig rund. Nach vollkommener Reife dieses Sporangium's, welches meistens erst im darauf folgenden Jahre eintritt, springt dasselbe an dem einen Ende auf, bald mit einer, bald mit mehreren, unregelmäfsig verlaufenden Spalten, ähnlich wie es schon von Vaucher abgebildet ist. Aus dem geöffneten Sporangium treten nun entweder eine Menge von kleinen, aber regelmäfsig geformten und gleichgrofsen Sporen hervor, welche sich in junge Conferven umwandeln, oder es tritt eine junge Spirogyre hinaus, deren Utriculi noch so zart sind, dafs man daran deutlich den gänzlichen Mangel einer umschliefsenden Schleimschicht beobachten kann. Die erste Bildung der jungen Spirogyre im Inneren des Sporangium's ist sehr einfach; es bildet sich eine innere Haut, welche bei dem Hervorkeimen die Haut des ersten Utriculus darstellt und in die Länge auswächst. Gewöhnlich ist die körnige Masse im Inneren der Kapsel ebenfalls spiralförmig aneinander gereihet.

Demnach glaube ich nachgewiesen zu haben, dafs auch die Schleimhülle bei den Conferven von einer anderen Bedeutung ist, als die, welche Herr Mohl der Intercellularsubstanz zuschreibt.

Wir kommen endlich zur Betrachtung dessen, was man bei den vollkommenen Pflanzen mit dem Namen der Intercellularsubstanz belegen kann. Herr Mohl *) giebt schon an, dafs es wohl keine Pflanze geben möchte, bei welcher man nicht in einem oder dem anderen Organe die Intercellularsubstanz deutlich nachweisen könnte. Dieses ist allerdings der Fall, doch man findet, dafs die Intercellularsubstanz nur in einem sehr kleinen Theile des Zellengewebes der Pflanzen auftritt, dafs sie immer nur an gewissen Stellen erscheint, wo die Verbindung dickwandiger Zellen sehr innig ist, und dafs alles übrige Zellengewebe,

*) l. c. p. 8.

Digitized by Google

welches den gröfsten Theil der Pflanze bildet und die mehr lockeren Theile derselben ausfüllt, auch keine Spur von Intercellularsubstanz zeigt. Ja man kann durch Beobachtungen verfolgen, dafs die Intercellularsubstanz mit zunehmendem Alter der Pflanzentheile, worin sie vorkommt, immer stärker wird, und dafs von derselben, in einer ganz jungen Pflanze, oftmals mit Bestimmtheit keine Spur vorhanden ist. Letzteres ist z.B. an den jungen Trieben der Nadelhölzer zu sehen, wenn die Spiralfasern, woraus die Wände der Prosenchym-Zellen gebildet sind, noch nicht verwachsen erscheinen; im alten Holze der Coniferen sieht man jedoch nicht selten eine mehr oder weniger grofse Masse zwischen den Kanten angrenzender Zellen gelagert, welche man für Intercellularsubstanz erklärt. Da also das Auftreten der Intercellularsubstanz so äufserst beschränkt ist, und da diese Substanz mit zunehmendem Alter der Pflanze in gröfserer Masse auftritt, so kann dieselbe schon von keiner so hohen Bedeutung sein, als man ihr zuschreiben möchte, was auch, wie ich hoffe, durch die folgenden Untersuchungen dieses Gegenstandes erwiesen werden möchte.

Die gewöhnlichen Parenchym-Zellen, welche in allen krautartigen Theilen der Pflanzen die gröfste Masse bilden, zeigen nur unter folgenden Verhältnissen die Intercellularsubstanz: Wenn nämlich dickwandige Parenchym-Zellen die äufseren Schichten des umkleidenden Zellengewebes irgend eines Theiles der Pflanzen bilden, und dergleichen äufsere Schichten pflegen immer innig mit einander verwachsen zu sein. Sie sind es, welche man auf der Oberfläche der Blätter für eine mehrfache Epidermis erklärt hat, und welche in anderen Fällen sehr bedeutende Massen, oft grofse, wulstartige Anschwellungen bilden. In allen diesen Fällen sind zwar die Zellen sehr fest verwachsen, doch hie und da treten auch noch kleine Intercellulargänge dazwischen auf. Untersucht man diese Zellenmassen vermittelst gut geführter Querschnitte, so wird man die Beobachtung machen, dafs gröfstentheils nur diejenigen Wände der Zellen dick angeschwollen sind, welche der Epider-

Digitized by Google

mis des Pflanzentheils mehr oder weniger parallel verlaufen, etwa wie es die Zeichnungen in Fig. 22., 23. u. 25. Tab. III. zeigen. Am gewöhnlichsten findet man die Vereinigung der Zellen in jenem festeren Gewebe in der Art, wie es in Fig. 27. Tab III. aus dem Rande des Stammes von Helleborus foetidus und in Fig. 17. Tab. III. aus der grünen Rindenschicht von Sambucus nigra dargestellt ist. Man bemerkt hier die dicken Wände der Zellen, wie in Fig. 27. Tab. III., und zwischen diesen Zellen, z. B. zwischen f, i, g, h beobachtet man eine Substanz (k k), welche durch eine hellere Färbung, als die anstofsenden Zellenwände zeigen, auf eine eigene, von den Wänden der Zellen verschiedene Substanz schliefsen läfst, und diese ist es, welche Herr Mohl gegenwärtig mit dem Namen der Intercellularsubstanz belegt hat. In Fig. 17. Tab. III. verhält es sich ganz ebenso, nur dafs hier die Räume, für die Intercellularsubstanz g, g, dreieckig geformt sind. Verfertigt man aus dergleichen Zellengewebe sehr feine Schnitte und beobachtet diese Stellen der vereinigten Zellenkanten bei hellem Lichte und sehr starker, über 1000-facher Vergröfserung, so wird man eine Verschiedenheit in der Substanz der Zellenwände und der dazwischen liegenden Masse wahrnehmen können, eine Verschiedenheit, welche offenbar in einer verschiedenen Dichtigkeit beruht, die sich aber auch, je nachdem das Instrument mehr oder weniger achromatisch ist, durch verschiedene Färbung und verschiedene Durchsichtigkeit darthut. Die Intercellularsubstanz ist um so weicher, und um so mehr wasserhell, je entfernter sie von den angrenzenden Zellenwänden gelagert ist, und hierauf beruht auch wohl ihre Hygroscopicität, welche gröfser als die der Zellenmembran ist, was schon durch Herrn Mohl angegeben wurde.

Meistens liegt diese Intercellularsubstanz an denjenigen Stellen angehäuft, wo sich die Zellen mit ihren Kanten vereinigen, wo die gewöhnlichen Parenchym-Zellen die Intercellulargänge aufzuweisen haben; in anderen Fällen zieht sich die Intercellularsubstanz über die ganzen

Digitized by Google

Seitenflächen der Zellen, wie es z. B. in Fig. 27. zu sehen ist. Aber in keinem der angeführten Fälle sind durch scharfe Linien die Grenzen zu erkennen, wo die Wände der Zellen mit der sogenannten Intercellularsubstanz sich berühren, was eigentlich der Fall sein müfste; dagegen kann ich mehrere Beispiele aufführen, wo es deutlich zu sehen ist, wie diejenige Masse, welche man für Intercellularsubstanz erklärt, aus so vielen Stücken zusammengesetzt ist, als verschiedene Zellen daran theilnehmen, wefshalb ich auf die Abbildungen in Fig. 21., 22. und 23. Tab. III. aufmerksam mache, die aus den äufseren Zellenschichten des Blattstieles von Beta Cicla nach Querschnitten angefertigt sind. Dieses eigenthümlich verbundene Zellengewebe beginnt von der Epidermis a b und zeigt oft eine Dicke von $\frac{1}{2}$ bis einer ganzen Linie; die Zellen sind in dieser Masse so innig verwachsen, dafs man das Ganze gleich einer Epidermis abziehen kann, und auf den Querschnitten zeigt es ein so höchst niedliches Ansehen, wie es Fig. 21. darstellt. Die hellen Räume, wie e, e, e, g, g etc. sind die durchschnittenen Zellenhöhlen, und die dazwischen liegenden dunkeleren Massen f, f, f, f, g, g etc. machen die sogenannte Intercellularsubstanz aus, welche aber hier in einer Zusammenlagerung von verdickten Wänden der angrenzenden Zellen besteht, was aufs Deutlichste durch die Linien zu erkennen ist, welche durch die dicke Masse verlaufen. Die zwischen liegende dicke Masse besteht jedesmal aus ebenso vielen Stücken, als Zellenhöhlen rund herum liegen, und sie zeigt auch eben so viele Linien, welche das Zusammenstofsen der Seitenflächen von den verschiedenen verdickten Membranen andeuten. In den Fig. 22. und 23. Tab. III. sind einzelne Punkte aus eben demselben Pflanzen-Theile bei stärkerer Vergröfserung dargestellt und hier wird die Zusammenlagerung der verdickten Zellenwände um so deutlicher erscheinen. So z. B. findet man in Fig. 23. durch die Vereinigung der Zellen a, h, g und i eine Masse gebildet, welche ebenfalls aus 4 den genannten Zellen angehörigen

Digitized by Google

Stücken besteht, nämlich aus den Stücken k, l, m und n. Bei denjenigen Zellenreihen, welche der Epidermis zunächst liegen, wie z. B. in Fig. 22., da finden sich die ganzen Wände der Zellen, welche der Epidermis gerade gegenüber liegen, verdickt, wie es in der angeführten Abbildung deutlich zu sehen ist; an einigen Stellen jedoch, wie z. B. bei i, da findet man noch eine besondere Verdickung, wodurch gerade der Raum zwischen den Kanten der angrenzenden Zellen, wo sonst Intercellulargänge zu liegen pflegen, ausgefüllt wird. Aehnlich verhält es sich auch auf dem Querschnitte aus den tieferen Parenchymschichten des Stammes von Helleborus foetidus; während die äufseren Schichten, welche daneben in Fig. 27. dargestellt sind nach der Intercellularsubstanz zu zeigen scheinen, geben die daneben liegenden, inneren Schichten durch die hindurch laufenden Linien ganz deutlich zu erkennen, dafs die, scheinbar zwischen den Zellen liegende Substanz, nichts weiter ist, als zusammengesetzt aus den anstofsenden verdickten Zellenwänden. Das Merkwürdigste hiebei ist; dafs die Verdickung der Zellenwände nur theilweise stattfindet, und dafs diese zuweilen, wie in der Beta (Fig. 21. Tab. III.) so höchst auffallend ist, so dafs die verdickte Stelle gleichsam einen prismatischen Körper bildet; doch wie diese auffallende Verdickung allmälich in die Verdickung der ganzen Seitenwände der Zellen übergeht, das kann man an jener Abbildung, wie z. B. bei g, f, i u. s. w. verfolgen.

Wir haben also im Vorgehenden kennen gelernt, dafs zuweilen zwischen den Zellen eine mehr oder weniger wasserhelle Substanz gelagert ist, welche mit dem Namen der Intercellularsubstanz belegt worden ist, ich habe aber auch die Bemerkung gemacht, dafs man die Grenze zwischen der Intercellularsubstanz und der äufseren Fläche der angrenzenden Zellenwände nicht mit einer so scharfen Linie sehen kann, wie es in anderen Fällen stattzufinden pflegt, sondern der Unterschied ergiebt sich aus der verschiedenen Helligkeit und bei minder achromati-

Digitized by Google

schen Gläsern auch aus der verschiedenen Färbung der Substanz; doch sind tausendfache Vergrößerungen hierzu wenigstens anzuwenden. In anderen Fällen haben wir aber auf das Bestimmteste kennen gelernt, dafs die zwischenliegende Substanz aus den verdickten Zellenwänden zusammengesetzt ist, indem Linien auftreten, welche das Zusammenstofsen der angrenzenden Zellenwände andeuten. Da es sich nun auch durch Beobachtung verfolgen läfst, dafs diese zwischenliegende Substanz mit zunehmendem Alter dicker wird, so mufs man wohl annehmen, dafs dieselbe wenigstens von den Wänden der Zellen abgesondert wird, oder den Zellenwänden selbst angehört, also keine besondere, die Zellen umfliefsende Substanz ist. Freilich sind in den meisten Fällen keine solche Linien zu beobachten, welche die Zusammensetzung der Intercellularsubstanz aus verdickten Zellenwänden andeuten, indessen in allen diesen Fällen sind auch keine bestimmte Linien vorhanden, welche die Grenze zwischen Zellenmembran und Intercellularsubstanz anzeigen müfsten. Da ferner bei dem gröfsten Theile des parenchymatischen Zellgewebes keine Spur von jener Intercellularsubstanz vorkommt, so glaube ich um so mehr berechtigt zu sein, der Intercellularsubstanz jene Wichtigkeit abzusprechen, welche ihr durch Herrn Mohl beigelegt worden ist. Meine Beobachtungen führen mich zu dem Schlusse, dafs jene Substanz immer den angrenzenden Zellenwänden angehört, was auch in sehr vielen Fällen deutlich zu erweisen ist.

Ein solches partielles Verdicken der einzelnen Zellenwände kommt noch sehr häufig bei den Pflanzen vor, und zuweilen sogar unter höchst eigenthümlichen Verhältnissen. Die Epidermis der oberen Blattflächen von Begonia maculata besteht aus prismatischen Zellen, welche, als Ausnahme von der allgemeinen Regel, nicht tafelförmig sind, ausser dieser Eigenthümlichkeit zeigen jene prismatischen Zellen an ihren Kanten, womit sich dieselben seitlich vereinigen, eine sehr auffallende Verdickung, so dafs die drei Kanten der drei zusammenstofsenden Zellen einen

Digitized by Google

ziemlich regelmäfsig dreiseitig prismatischen Körper bilden, der sich, von der oberen Fläche der Epidermis aus gesehen, in der Art darstellt, wie Fig. 26. Tab. III. zeigt. Die Doppellinien von a, b und c deuten die Seitenwände der in d zusammenlaufenden Zellen und e, f und g sind die angeschwollenen Kanten der drei zusammenstofsenden Zellen. Nur in seltenen Fällen, und nur bei heller Beleuchtung sieht man die Linien, welche in d zusammenstofsen, und die Vereinigungsflächen der drei verdickten Kanten der Zellen andeuten; ja zuweilen ist selbst eine schichtenförmige Zusammensetzung an diesen verdickten Kanten zu beobachten.

Bei der Begonia maculata ist also die Verdickung der Zellenmembran auf den Seitenwänden zu beobachten, ein Fall, der bei der Epidermis gewifs nur äufserst selten vorkommt, dagegen kommt es bei diesen ganz gewöhnlich vor, dafs sich die äufseren Wände der Epidermis-Zellen verdicken und dann die sogenannte Cuticula bilden *).

Es herrschten schon seit langer Zeit zwei sehr verschiedene Ansichten über die Cuticula; die Einen hielten dieselbe für die blofse Verdickung der oberen Zellenwände der Epidermis, und diese Ansicht habe ich selbst stets vertheidigt, während die Anderen die Cuticula als eine besondere Membran ansehen, welche die äufsere Fläche der Epidermiszellen überzieht. Neuerlichst hat Herr Mohl **) noch eine dritte Ansicht über die Natur der Cuticula aufgestellt, indem er glaubt, dafs dieselbe in nichts anderem bestehe, als in der äufsersten, die Epidermiszellen überziehenden Lage der Intercellularsubstanz, und hierin ist auch Herr Valentin ***) gefolgt, welcher die Cuticula Intercellularsubstanz nennt, und durch Messen ihrer Dicke die Existenz derselben noch mehr zu erweisen glaubt. Da es sich nun sehr leicht verfolgen läfst, dafs die Cuticula

*) S. meine Abhandlung über die Epidermis der Gewächse in Wiegmann's Archiv für Naturgeschichte. 1837. Fol. II.

**) l. c. p. 13.

***) Archiv für Anatomie und Physiologie I. pag. 101.

Digitized by Google

mit zunehmendem Alter des Pflanzentheiles immer dicker wird, so ist nicht leicht einzusehen, wie dieselbe mit der Intercellularsubstanz gleichbedeutend sein soll, welche die Zellen ursprünglich umschliefsen mufs.

Ein Querschnitt aus der Rinden-Epidermis von Aletris fragrans, wozu Hr. Mohl zur Erweisung seiner Ansicht eine Abbildung gegeben hat, erscheint mir, mit einem achromatischen Glase betrachtet, ganz anders, und ich sehe daran die Cuticula als eine Verdickung der äufsersten Zellenwände, wobei auch ein Theil der Seitenwände dieser Zellen verdickt ist u. s. w. Man betrachte übrigens den ungleichmäfsigen Ueberzug, welchen die Cuticula in solchen Fällen zeigt, wie sie aus dem Querschnitte der Agave- und der Aloe-Blätter in Fig. 1—3. Tab. V. dargestellt sind. Dafs sich auch hier, aufserhalb aller Zellen, die Intercellularsubstanz an einzelnen Stellen mehr, an anderen weniger entwickelt, das kann man sich wohl schwerlich vorstellen; auch eben so wenig alsdann, wenn man diese Masse für eine für sich bestehende homogene Membran hält. Hält man aber die Cuticula für die verdickten oberen Wände der Epidermiszellen, so ist die Entstehung der eigenthümlichen Verdickungen, wie hier bei Fig. 3. Tab. V. zu sehen sind, schon leichter denkbar; auch sind solche partielle Verdickungen der Zellenhaut schon in andern Fällen bekannt geworden, wie z. B. bei den Spitzen der oberen Enden der Zellen mancher Hautdrüsen, wo doch Niemand von der Anwesenheit eines Stückchens der Cuticula sprechen wird. Aber ganz auf dieselbe Weise mufs man die Cuticula erklären, nämlich für eine Verdickung der äufseren Zellenwände. Sehr bemerkenswerth sind die seitlichen Auswüchse, welche die Cuticula sehr häufig an dem Grunde des Walles zeigt, und die sich in eine Krümmung über die Spaltöffnung hinziehen, aber ebenfalls eine Oeffnung zwischen sich lassen, wie es in Fig. 1. Tab. V. aus dem Aloe intermedia und in Fig. 3. Tab. V. aus der Agave mexicana dargestellt ist. Sollen auch diese seitlichen Auswüchse mit zur Intercel-

Digitized by Google

lularsubstanz gerechnet werden? Ich glaube, dafs diese Ansicht unhaltbar ist.

Was ich hier über die Intercellularsubstanz im parenchymatischen Zellengewebe gesagt habe, das gilt auch für alle anderen Fälle, wo eine solche Substanz zwischen den Elementarorganen auftritt.

Siebentes Capitel.

Ueber die Function und die Bildungen der Pflanzen-Zellen.

Wir haben bisher die Zellen als die Organe der Assimilation und der Bildung bezeichnet, und nichts kann in der Pflanzen-Physiologie bestimmter nachgewiesen sein, als dafs die Zellen assimiliren und neue Stoffe bilden. Wir haben aber in den vorhergehenden Abschnitten sehr verschiedene Gruppen von Zellengewebe kennen gelernt, in welchen die Zellen, schon durch ihre eigenthümliche Structur, auf einige Verschiedenheit in dem Zwecke ihres Dasein schliefsen liefsen, und dasselbe glauben wir auch im Folgenden sehr bestimmt nachweisen zu können. Die Zellen des Merenchyms und des Parenchyms haben eine ganz andere Function, als die des Prosenchyms und der Faserzellen; die Funktion der letzteren kommt offenbar mit derjenigen der Spiralröhren in vieler Hinsicht überein, und somit bestätigt es sich, dafs die Zellen mit verschiedener Form auch verschiedenen Functionen vorstehen, wenn auch diese Verschiedenheit in manchen Fällen nur sehr geringe ist. Alle die Formen der sehr lang gestreckten Zellen, als der Zellen des Profenchyms und des Pleurenchyms, und vor Allen die einzelnen Glieder (Zellen) der Spiralröhren sind es, welche mehr oder weniger nur zur Fortführung der aufgenommenen Nahrungssäfte dienen, während die Verarbeitung und Umwandlung dersel-

Digitized by Google

ben in wahre Bildungssäfte u. s. w. nur den Zellen des Merenchyms und des Parenchyms zukommt. Keine gefärbten Säfte, kein Amylum und keine Krystalle findet man in den Prosenchym-, Pleurenchym- und Spiralröhren-Zellen!

Ueber die Function der parenchymatischen Zellen.

Im vorliegenden Theile dieses Buches können wir die Function der Zellen nur in Bezug auf sichtlich wahrnehmbare Bildungen erörtern, welche das Mikroskop im Inneren der Zellen nachweist; der nächste Theil wird diese Bildungen in Bezug auf ihre Ursache näher nachzuweisen suchen.

Die Zellen sind bei ihrem frühesten Auftreten mit einer wasserhellen, durchsichtigen, farbelosen oder gefärbten Flüssigkeit gefüllt, und man nennt dieselbe den Zellensaft. Erst in späteren Perioden ändert sich dieser Inhalt der Zellen und, nach Maafsgabe des örtlichen Vorkommens und der Determination der Bildungsgesetze bildet sich derselbe in verschiedene anderweitige Stoffe um, oder auch die Funktion der Zellen erlischt und sie bleiben dann, gleichsam abgestorben passiv in der Pflanze zurück. Die Zellen des Markes, und oft auch die eines Theiles der Rinde sterben in vielen Pflanzen ab, sobald ihre Wirkungssphäre erreicht ist; die Veränderung des Inhaltes, nämlich das Verschwinden des Zellensaftes, läfst hier auf eine Veränderung in der Function derselben schliefsen. Mit dem Verschwinden der wässerigen Flüssigkeit, welche diese Zellen erfüllte, tritt die Luft in denselben auf, und die festen Stoffe, welche vorher in dem Safte gelöst waren, condensiren sich und werden auf die inneren Wände der Zellen niedergeschlagen. Die Zusammensetzung dieser Luft, welche nach dem Verschwinden des Zellensaftes die Zellen erfüllt, hat noch nicht ermittelt werden können, denn die Massen sind leider zu gering, welche man sich hiervon verschaffen kann, um sie einer Analyse zu

Digitized by Google

unterwerfen; dergleichen Untersuchungen würden jedoch der Lehre von dem Vegetations-Prozesse von höchstem Nutzen sein.

Wir haben schon früher kennen gelernt, dafs die Membran der Zellen meistens ungefärbt auftritt, und dafs bei den gefärbten Theilen der Pflanze diese Färbung durch den Inhalt der Zellen bewirkt wird. Die färbende Substanz, welche im Inneren der Zellen auftritt, ist in dem Zellensafte enthalten, und zwar bald im gelösten, bald im festen oder halbfesten Zustande. Die Zellen selbst, welche wir als geschlossene Behälter kennen gelernt haben, bilden sich aus dem aufgenommenen rohen Safte alle diese Stoffe; sie sind als für sich bestehende Körper, gleichsam als Drüsen zu betrachten, welche zwar den zu verarbeitenden Nahrungstoff aus der allgemeinen Pflanze aufnehmen, ihn aber, und zwar eine Jede für sich, eigenthümlich umwandeln. Sind die Produkte dieser chemisch vitalen Umwandelung des Zellensaftes von auffallend abweichender chemischer Zusammensetzung, so nennt man den ganzen Vorgang eine Secretion und den abgesonderten Stoff das Secret. Wir werden jedoch später eine Menge von Thatsachen kennen lernen, welche alle Grenzen aufheben, die man bei der Lebensthätigkeit der Zellen zwischen Secretion und Nutrition aufzustellen sich bemühen möchte. Die Bildung des Zuckers und des Schleims im Safte der Zellen ist ein Akt der Nutrition, es treten diese Stoffe entweder durch Umbildung des Zellensaftes auf, oder durch Rückbildung des Amylums, welches früher im Safte der Zellen gebildet ward. Erscheinen aber im Inneren der Zellen Stoffe von der Natur der Harze, der ätherischen Oele u. s. w., so belegt man diese mit dem Namen der Secrete. Uebergänge dieser beiden Lebensäufserungen, nämlich die Erscheinungen zwischen der Nutrition und der Secretion in den Zellen der Pflanzen, sind jedoch zu augenscheinlich, als dafs man von ihnen noch länger so entschieden sprechen dürfte, wie dieses in der Physiologie der Thiere der Fall ist. Die Bildung des grünen, wachs-

Digitized by Google

artigen Stoffes, welcher im Zellensafte der grüngefärbten Pflanzentheile meistens in Form von Kügelchen auftritt, ist ebensowohl eine Secretion zu nennen, als die Bildung von Harz- oder Oelkügelchen, welche in den Zellen vieler aromatisch schmeckenden Pflanzen auftritt, in Hinsicht der chemischen Zusammensetzung grenzen diese Stoffe offenbar an einander, und dennoch kann man durch Beobachtungen verfolgen, wie dieser grünfärbende Stoff allmählich, selbst in den indifferentesten vegetabilischen Substanzen, als im Schleim, im Amylum und selbst in der Zellenmembran auftritt. Wir haben schon früher die Fälle kennen gelernt, wo selbst die Zellenmembran in den äufsersten Wänden der Epidermis-Zellen schön grün gefärbt auftrat, und es ist gar nicht schwer, in den frischen Blättern der Cycas-Arten einzelne Zellen anzutreffen, welche hie und da eine Spur von einer eigenthümlichen grünen Färbung zeigen. Die Bildung dieser grünfärbenden Substanz ist aber auch in den Blättern der Cycas-Arten so bedeutend, dafs selbst mehr oder weniger grofse Kugeln dieser Substanz, gleichsam wie Tröpfchen eines grüngefärbten Oeles im Inneren der Zellen auftreten, während die grüngefärbte Substanz daselbst noch wie gewöhnlich, nämlich in Form kleiner Kügelchen erscheint.

I. Ueber das Vorkommen der gefärbten Zellensäfte.

Es ist offenbar eine auffallende Erscheinung, dafs die blaue, die rothe und alle hiervon abhängigen Färbungen der Pflanzentheile durch den gefärbten Saft der Zellen gebildet werden, während die grüne Färbung, die gelbe und die hiermit verwandten Farben durch feste Stoffe hervorgerufen werden, welche im Zellensafte im ungelösten Zustande enthalten sind. Die braune Färbung besteht meistens in der Färbung der Zellenmembranen, der Saft in dergleichen Zellen ist ungefärbt, wovon man sich bei der Beobachtung der braunen Zellen überzeugen kann, welche so häufig in der Nähe der Spiralröhren bei den Farrn

Digitized by Google

auftreten; in den baumartigen Farrn sind bekanntlich alle Zellen des Stammes braun gefärbt. Bei Strutiopteris germanica liegen im Blattstiele nur einige wenige dergleichen Zellen, und zwar zu jeder Seite der beiden Holzbündel; sie bilden gewöhnlich nur eine einfache Reihe von kurzen, säulenförmigen, der Linie nach aufeinander gestellten Zellen. Diese Zellen sind dickhäutig im Vergleiche zu den angrenzenden ungefärbten Zellen, und die Färbung liegt in der Membran, während der darin enthaltene Zellensaft ganz wasserhell ist. Auf diesen dunkelbraunen, dickhäutigen Zellen finden sich einige Tüpfel, und da diese Tüpfel in einer Verdünnung der Zellenmembran bestehen, indem sie gleichsam einen Kanal in der Membran darstellen, welcher nun durch die äufserste Lage der Zellenmembran geschlossen ist, so erscheint jeder Tüpfel in der dunkelbraun gefärbten Zellenmembran als ein hellgefärbtes kreisrundes Fleckchen; nur ein gelbweifslicher Schimmer überzieht es, sonst könnte man sehr geneigt sein, dergleichen Tüpfel für wirkliche Poren in diesen Zellenwänden zu halten, was auch wirklich durch Herrn Treviranus *) bei den braunen Zellen von Polypodium Filix mas geschehen ist. Die dunkelbraune Färbung dieser dickhäutigen Zellen geschieht aber nur durch die Uebereinanderlagerung einer grofsen Anzahl von einzelnen Schichten, wovon die einzelne Schicht nur hell gelblichbraun gefärbt ist; liegen jedoch viele dieser gelblichen Schichten übereinander, so wird die ganze Membran braun gefärbt, die Tüpfel aber, welche wahrscheinlich nur durch eine Schicht der Membran, nämlich durch die äufserste bedeckt sind, erscheinen deshalb so hellgefärbt gegen die Umgebung.

Zuweilen treten aber auch in ungefärbtem Zellensafte von dergleichen braunen Zellen kleine, braungefärbte Kügelchen auf, welche aus einem dem Chlorophylle sehr ähnlichen Stoffe zu bestehen scheinen. Ja, die braunen Zellensaft-Kügelchen sind sogar bei einigen Gattungen

*) Vom inwendigen Bau der Gewächse pag. 60.

Digitized by Google

von Pflanzen ganz allgemein, sie sind aber immer von einer braunen Färbung der Zellenmembran begleitet, wie z. B. bei der Gattung Azolla und bei allen braungefärbten Jungermannien.

Die blaue, röthliche und violette Farbe der Pflanzentheile wird durch den gefärbten Zellensaft veranlafst, welcher durch die wasserhelle und ungefärbte Zellenmembran durchscheint. In solchen gefärbten Pflanzentheilen sind entweder alle nebeneinander liegenden Zellen mit dem gefärbten Zellensafte gefüllt, oder es sind nur mehr oder weniger grofse Massen von Zellen gleichmäfsig gefärbt, während die dazwischen liegenden Zellen entweder ganz ungefärbt auftreten, oder eine ganz andere Farbe haben. Diejenige Farbe, welche die meisten Zellen zeigen, erhält die Oberhand, und die dazwischen liegenden Zellen, wenn sie auch ganz anders gefärbt sind, werden dem unbewaffneten Auge unsichtbar. Als Beispiele hierzu führe ich die violett gefärbten Blätter der Tradescantia discolor und der Dracaena terminalis, var. ferruginea an. Bei der ersteren Pflanze sind es mehr oder weniger grofse Massen von Zellen der Epidermis und der, dicht darunter liegenden Zellen, welche jene violettrothe Färbung durch ihren gefärbten Zellensaft veranlassen. Zwischen diesen gefärbten Zellen liegen die übrigen ungefärbten Epidermis-Zellen und die grüngefärbten Zellen des Diachym's, doch diese treten nur dann über die violettrothe Farbe hervor und verändern diese in ein schmutzig braunröthliches Ansehen, wenn ihre Anzahl weit gröfser ist, als die der rothen Zellen. Bei der Dracaena terminalis verhält es sich ganz ähnlich, nur sind hier die Epidermis-Zellen ganz ungefärbt, und die rothen Zellen liegen gruppenweis dicht unter den Zellen der Epidermis. Die obere Blattfläche zeigt daselbst weniger gefärbte Zellen, als die untere Blattfläche, wefshalb auch die letztere bei dieser Pflanze dunkeler gefärbt erscheint. Dem blofsen Auge erscheint die ganze Blattfläche dieser Pflanze gleichmäfsig gefärbt, durch die Ver-

Digitized by Google

gröſserung findet man dagegen noch viele ungefärbte Zellen, welche zwischen den gefärbten liegen.

In dem bläulich gefärbten Stiele der Muscari botryoides, sind nur die Zellen der äufsersten Zellenschicht, welche dicht unter der Epidermis liegt, mit blaugefärbtem Zellensafte gefüllt, während in der Corolla dieser Pflanze nicht nur mehrere Zellenschichten, sondern auch die Epidermis einen blau gefärbten Zellensaft enthalten. Im Blattstiele der Primula sinensis sind in der Epidermis und den angrenzenden Zellenschichten einzelne Zellen mit einem rothen Safte gefärbt, aber auch die säulenförmigen Zellen, welche im Inneren des Stieles, dicht um die Holzbündel liegen, zeigen eben dieselbe Färbung, während die übrigen Zellen, theils Amylum-, theils Chlorophyll-Kügelchen enthalten.

Sobald Zellenmassen von verschiedener Färbung dicht neben einander auftreten, so entsteht eine gesprenkelte Färbung und dieses Gesprenkelte kann sich in verschiedenen Zeitperioden der Pflanze allmählich verändern, indem sich nämlich die Farbe der einen oder der anderen Zellenmasse verändert, oder indem neue Farben in den noch ungefärbten Zellen auftreten. Der Stengel der Balsamine ist oft röthlich gesprenkelt, oder wohl auch vollkommen roth gefärbt, hier sind es dann wenigstens die gegliederten und verästelten Haare, welche den Stengel dicht bedecken und deren Zellen mit einem rothen Safte angefüllt sind. Es kommt jedoch noch aufserdem die Färbung einzelner Zellengruppen im Inneren der Balsaminen vor. Die schönen dunkeln Flecke auf der unteren Fläche der Blätter von Cypripedium venustum, besteht in der blauvioletten Färbung des Saftes kleiner Haufen von Epidermis-Zellen.

Die blaue oder röthliche Färbung des Zellensaftes in einzelnen Zellen der Pflanze, ist eine sehr häufig vorkommende Erscheinung, welche besonders bei den Wassergewächsen fast allgemein ist. Hier sind diese Pflanzen ganz vollkommen grün gefärbt, und nur durch starke Vergrö-

Digitized by Google

fserung erkennt man einzelne Zellen, deren Saft roth, blau oder violett gefärbt ist. Bei Ceratophyllum, Myriophyllum, Acorus, Sparganium und vorzüglich bei den Utricularien ist dieses immer zu beobachten. Sehr oft tritt diese blaue Färbung einzelner Zellen erst im Alter der Pflanze ein, und vorher waren diese Zellen ungefärbt.

Da ich an diesem Orte nur eine anatomische Auseinandersetzung über die Ursachen geben kann, welche die Färbung der Pflanzen bewirken, und die physiologische Bearbeitung dieses Gegenstandes auf den folgenden Theil dieses Buches verweisen mufs, so mögen die wenigen Worte hinreichen, welche ich hier über die Natur der färbenden Substanzen sagen mufs; sie werden hinreichen, um das Folgende verständlicher zu machen.

Herr Marquart *) zu Bonn hat ganz neuerlichst gefunden, dafs einer jeden der beiden Farbenreihen der Pflanzen, nämlich der blauen Reihe und der gelben Reihe ein eigenthümlicher Farbestoff zukomme, welcher allen anderen Farben eben derselben Reihe zum Grunde liegt; eine Entdeckung, welche für die Erklärung der Farben in den Pflanzen von der höchsten Wichtigkeit ist. Das Anthokyan ist der erste jener beiden Farbestoffe, welche Herr Marquart entdeckt hat; es ist der färbende Stoff in allen blauen, rothen und violetten Pflanzensäften, der durch verschiedene Grade der Säurung diese Verschiedenheit zeigt. Die gelbe Färbung der Pflanzen wird dagegen durch einen anderen Stoff verursacht, welchen Herr Marquart Anthoxanthin nennt.

Die Darstellung des Anthokyan's geschieht durch Digeration von abgepflückten Blumenblättern, deren Farbe zur blauen Reihe gehört, mittelst Weingeist von 85 pro Cent. oder, wenn die Extraction des blauen Farbestoff's damit noch nicht gelingt, so nimmt man einen noch schwächeren Weingeist. Durch Verdampfen dieser Tinktur erhält man eine Substanz, welche aus einem blafsgelb-

*) Die Farben der Blüthen. Bonn 1835. pag. 55.

Digitized by Google

lichen oder grüngelblichen Harze und einem blauen oder rothen Extractivstoffe besteht, welcher eben das Anthokyan darstellt. Dieser besondere Stoff, welcher im Safte der Zellen erzeugt wird, ist in Wasser leicht löslich und daher kommt es, dafs derselbe immer im gelösten Zustande in den Pflanzen auftritt. Die wässrige Lösung des Anthokyan's ist meistens blau, wird aber durch Säuren roth gefärbt, und zwar ist schon die Kohlensäure hinreichend, um diese rothe oder eine violette Färbung hervorzurufen.

Das Anthoxanthin ist dagegen ein harziger Extractivstoff, der nur sehr selten in Wasser löslich ist, ja selbst in starkem Alkohol viel schwerer, als das Anthokyan zu lösen ist, daher es auch im Zellensafte in Form fester Massen erscheint.

Sehr interessant ist es, zu sehen, wie gewisse Zwischenfarben durch Vermischung von Zellen mit verschiedenen Grundfarben entstehen, worüber ebenfalls Herr Marquart sehr interessante Beobachtungen bekannt gemacht hat. Im Allgemeinen geht schon aus früheren Beobachtungen hervor, dafs die eigenthümlichen Farben, sowohl auf den Blumenblättern, als auf den übrigen Pflanzentheilen mehr nach Aufsen liegen, während die grüne Farbe in den tiefer liegenden Zellen vorkommt. Einige Beispiele, welche wir hierzu aufführen, werden das Gesagte am besten erklären. Die Blumenblätter sind zwar äufserst verschieden gebauet, indessen 2 äufsere Zellenschichten, die Epidermis der unteren und die der oberen Blattfläche darstellend, und eine mehr oder weniger stark ausgebildete mittlere Zellenschicht mit Spiralröhrenbündeln, das ist die gewöhnliche Struktur der Blumenblätter. Sehr zarte Blumenblätter haben nicht nur auf grofse Ausdehnungen die einfachste Struktur, indem sie blofs aus den beiden Oberhäutchen bestehen, sondern an den Rändern gehen diese beiden Zellenschichten sogar in eine einzelne Zellenschicht über. Bei den dickeren und mehr fleischigen Blumenblättern ist dagegen eine starke Zellen-

Digitized by Google

schicht zwischen den beiden Schichten der äufseren Zellenlagen, und diese ist zuweilen mit einer grofsen Anzahl von mehr oder weniger grofsen, mit Luft angefüllten Höhlen versehen. Verschiedene gemischte Farben, wie z. B. bräunlich roth, pommeranzenfarbig u. s. w., werden hier durch Mischung von Zellen mit verschiedener Grundfarbe erzeugt. Die Pommeranzen-Farbe entsteht aus gelben und aus rothen Zellen, wobei die rothen Zellen die gelben überdecken; in den Blumenblättern von Calycanthus floridus sind die Zellen der Epidermis nach Herrn Marquart's Untersuchung violett gefärbt, während die Zellenschicht zwischen den beiden äufseren Zellenschichten grün gefärbt ist. Bei der Fritillaria imperialis liegt nach eben derselben genauen Beobachtung der gelbe Farbestoff unter der farbelosen Oberhaut, während die rothen Streifen auf der inneren Seite der Blumenkrone aus rothen Zellen der Oberhaut bestehen, welche immer auf einem Spiralröhrenbündel liegen.

Bekanntlich giebt es viele Fälle, wo die gelbe Farbe der Blumen allmählig immer mehr und mehr dunkel braunroth gefärbt wird, so dafs das Gelb oftmals ganz verschwindet. Hier sind es nicht verschiedene Zellen, welche die verschiedene Farbe erzeugen, sondern es bildet sich der rothe Farbestoff offenbar nachträglich in eben denselben Zellen, wo vorher der gelbe Farbestoff enthalten war. Der bekannte Goldlack (Cheiranthus Cheiri) wird dadurch zuletzt ganz purpurroth.

Die Vertheilung der Blüthenfarben bei Tulipa Oculus solis L. ist nach Herrn Marquart *) folgende: Die äufsere Seite eines Blumenblattes dieser Tulpe ist roth, doch nicht so schön karminroth, als der obere Theil der inneren Seite. Dieser obere Theil der inneren Seite wird durch einen rein schwefelgelben Ring von dem schwarzen Flecke am Grunde des Blumenblattes, dem sogenannten Auge getrennt. Schneidet man ein solches Blumenblatt

*) l. c. pag. 74.

Digitized by Google

quer durch, so bemerkt man deutlich drei verschiedene Schichten. Die innere Schicht ist gelb, die beiden äufseren sind anders gefärbt und lassen sich leicht von der inneren, deren Parenchym aus länglichen Zellen besteht, abziehen. Die Schicht der äufseren Seite hat Zellen mit rothem Safte, dagegen besteht das Auge auf der inneren Fläche dieser Blumenblätter in mehreren Schichten von Zellen mit dunkelindigblauem Safte, wodurch es eben dem Auge fast schwarz erscheint; ja auch in der äufsersten Zellenschicht ist hier diese Farbe zu finden. An der Stelle aber, wo der gelbe Ring zu bemerken ist, da sind die Zellen der Epidermis farbenlos und das Gelb scheint aus den darunterliegenden Zellenschichten durch. Der rothe Farbestoff des oberen Theiles des Blattes liegt dagegen ebenfalls in den Zellen der Epidermisschicht.

Schliefslich noch einige Bemerkungen über das Auftreten der schwarzen Farbe. Man kann behaupten, dafs es eigentlich gar keine schwarze Farbe in der Pflanzenwelt giebt, denn Alles, was man bisher dafür gehalten hat, ist nur ein tiefes Dunkel von Blau oder Violett, oder auch, wie Herr Nees v. Esenbeck sagt, ein untergehendes Roth, Grün oder Blau. Liegen viele Zellen, deren Saft tief indigblau oder violett gefärbt ist, aufeinander, so erscheinen sie dem blofsen Auge so dunkel, dafs man die Farbe für schwarz hält.

Nüancirungen der gebildeten Farben können durch eine eigenthümliche Struktur der Zellen der äufseren Zellenschicht hervorgerufen werden, indem durch diese eigenthümliche Struktur bei jeder verschiedenen Strahlenbrechung eine Farbenveränderung eintritt. Diese Strukturveränderung der Epidermis besteht meistens in warzenförmigen Erhöhungen oder Anschwellungen der äufseren Wand der Epidermis-Zellen, und die warzigen Erhöhungen sind entweder mitgefärbt, oder sie sind ungefärbt; Letzteres ist bei den gelben Blumen der Fall, wo bekanntlich der Farbestoff in Form von Kügelchen im Zellensafte liegt. Die Wärzchen oder Papillen der blau oder

Digitized by Google

roth gefärbten Zellen der Epidermis sind ebenfalls gefärbt, weil hier der Farbestoff im gelösten Zustande im Zellensafte vorhanden ist, und, wenn der Saft später verschwindet, so schlägt sich der rückbleibende Farbestoff auf der inneren Wand der Membran nieder. Ueberall, wo auf den Blumenblättern oder auf den übrigen Pflanzentheilen eine Art von Sammetfarbe vorkommt, und diese bei jeder Veränderung des Einfallens der Lichtstrahlen schillert, da ist die Epidermis stets mit Papillen besetzt, worauf Jurine und Herr Link zuerst aufmerksam gemacht haben.

II. Auftreten der ungefärbten Kügelchen im Safte der Pflanzen-Zellen.

Der Zellensaft, sowohl der gefärbte, als der ungefärbte, enthält noch eine Menge verschiedener Stoffe im gelösten Zustande, welche durch das Mikroskop nicht wahrnehmbar sind, als z. B. Zucker, Schleim, Gummi, Säuren, Salze u. s. w. Der Schleim tritt indessen zuweilen so condensirt in dem Zellensafte auf, dafs er dadurch sichtbar wird, aber in Form von Kügelchen erscheint er wohl niemals. Bei dergleichen Pflanzen, welche sehr viel Schleim in ihren Zellen enthalten, da wird derselbe, wenn die Feuchtigkeit verdunstet, in kleinen, mehr oder weniger unregelmäfsigen Klümpchen auf die innere Wand der Zellen niedergeschlagen. In den Zellen der Althaea-Wurzel sollen Schleimkörner vorkommen, doch durch Anwendung der Jodine wird man sich überzeugen können, dafs alle die Kügelchen, welche in jenen Zellen auftreten, nur aus Amylum bestehen, denn sie werden dadurch schön blau gefärbt. Aufser diesen Amylum-Körnern findet sich jedoch Schleim im gelösten Zustande im Safte dieser Zellen der Althaea-Wurzel. Ebenso habe ich in den vielen anderen Fällen, wo Schleim oder Gummi in grofser Masse in den Zellen der Pflanzen gebildet ist, auch keine Spur von Kügelchenbildung beobachten können. Aufser dem Schleime, welcher zuweilen durch Condensirung in dem

Digitized by Google

Zellensafte sichtbar wird, kann man dieses auch von den Salzen bemerken, welche, nachdem sie sich in grofser Menge in dem Safte angehäuft haben, zur Krystallisation kommen und nur dadurch sichtbar werden.

Die hauptsächlichsten Bildungen fester Stoffe im Inneren der Zellen sind Kügelchen, welche im Safte der Zellen auftreten, sie sind im Allgemeinen doppelter Art, die einen sind ungefärbt, die anderen sind gefärbt. Die ungefärbten Zellensaft-Kügelchen bestehen aus Amylum oder Stärkemehl, welches bekanntlich in den Pflanzen aufserordentlich verbreitet ist, und in denselben eine wichtige Rolle spielt; es tritt als Reservenahrung auf, welche wichtiger den Pflanzen ist, als das Fett den Thieren, womit man gewöhnlich das Amylum zu vergleichen pflegt. Aus Schleim und Zucker bildet die Pflanze das Amylum, und in Schleim und Zucker bildet sie dieses wieder um, wenn sie die Reservenahrung zu anderweitigen Bildungen verbraucht.

Das Amylum erscheint eigentlich nur im Merenchym und im Parenchym; nur in äufserst seltenen Fällen, und dann in Form äufserst kleiner Kügelchen, tritt es in den kurzen Faser-Zellen des Holzes auf. Die Amylum-Kügelchen finden wir fast in allen Saamenlappen der Dicotyledonen, wie in dem Albumen und dem Embryo der Monocotyledonen, besonders der Gräser. Ferner in den Zellen aller wahren Wurzelknollen und knollenartigen oder fleischigen Wurzeln u. s. w., worüber in der Phytotomie pag. 177 gehandelt ist. Demnach sind die genannten Pflanzentheile zur Aufspeicherung der Reserve-Nahrung bestimmt, welche später für die junge Pflanze verbraucht wird.

Die Form und die Gröfse der Amylum-Kügelchen ist sowohl bei verschiedenen Pflanzen, als auch bei einer und derselben Pflanze sehr verschieden. Bei einigen Pflanzen sind die Amylum-Kügelchen fast kugelrund, etwas zusammengedrückt und mehr oder weniger gleich grofs, in anderen sind sie elliptisch, in anderen spindelförmig, ja in

Digitized by Google

vielen Pflanzen haben sie die unregelmäfsigsten Formen, auf ihrer Oberfläche oft mit warzenförmigen, mehr oder weniger grofsen Hervorragungen bedeckt. Hat man diese Formen für bestimmte Pflanzen einmal kennen gelernt, so kann man die Pflanze, welcher die Amylum-Kügelchen angehören, mit grofser Sicherheit bestimmen, selbst wenn zu technischen Zwecken damit Verfälschungen stattgefunden haben. So kann man die käufliche Sago vermittelst des Mikroskope's prüfen, ob dieselbe wirklich aus dem Amylum der Palmen oder aus dem Amylum der Kartoffeln bereitet ist. In Bezug auf die Form und die Verschiedenheit in der Gröfse der Amylum-Kügelchen verweise ich auf eine Abhandlung, welche Herr Fritzsche*) im Jahre 1834 publicirt hat, wobei sich auch eine Reihe von Abbildungen verschiedener Amylum-Kügelchen befinden. Die Gröfse der Amylum-Kügelchen ist nicht nur bei verschiedenen Pflanzen, sondern selbst bei einer und derselben Pflanze ganz aufserordentlich verschieden, so dafs sie von $\frac{1}{500}$ Linie bis $\frac{1}{10}$ und noch darüber variirt. Bei einigen Pflanzen, ganz besonders im Marke einiger baumartigen Farrn und einiger Cycadeen und Palmen sind sie so aufserordentlich grofs, dafs man selbst die einzelnen Kügelchen mit blofsem Auge verfolgen kann.

Nicht selten findet man an einzelnen Stellen der Pflanzen, dafs sich das Amylum im Inneren der Zellen in Form kleiner Klümpchen darstellt, indem nämlich eine mehr oder weniger grofse Anzahl von Amylum-Kügelchen mit einander vereinigt sind. Gewöhnlich ist die Anordnung der kleinen Kügelchen in einem solchen gröfseren Ballen ganz unregelmäfsig, indem kleine und gröfsere Kügelchen durcheinander liegen und mit einander verwachsen sind, wie z. B. im Marke der Zamien. Zuweilen ist jedoch in der Anordnung der kleineren Amylum-Kügelchen in dem gröfseren Ballen eine gewisse Regelmäfsig-

*) Ueber das Amylum. Poggendorff's Annalen, Bd. XXXII. Nro. 9.

Digitized by Google

keit zu beobachten; man sieht z. B. dafs ein gröfseres Kügelchen im Mittelpunkte des Ballens liegt, und dafs sich die kleinen Kügelchen rund um das gröfsere angelegt haben, gleichsam strahlenförmig nach allen Richtungen hin. In diesem Falle habe ich, sowohl bei der Primula sinensis zur Herbstzeit, wie auch in den grofsen Zellen der Kürbisfrucht beobachten können, dafs die Amylum-Kügelchen nicht vollkommen rund, sondern mit Kanten und Ecken versehen waren. Bei der Primula sinensis findet man hauptsächlich in den säulenförmigen Zellen, welche im Blattstiele in der Nähe der Spiralröhrenbündel liegen, dergleichen Anhäufungen von Amylum-Körnern, und man sieht hier wie oftmals, selbst in nebeneinander liegenden Zellen, sowohl die Form, als die Gröfse der Amylum-Kügelchen sehr verschieden ist.

In einer und derselben Zelle kommen mehrere dergleichen Amylum-Klümpchen von krystallinischem Ansehen vor; je gröfser aber die einzelnen Kügelchen sind, um so geringer ist ihre Anzahl in den Zellen des Blattstieles der Primula sinensis, je kleiner sie sind, desto zahlreicher treten sie auf, wie in der angeführten Abbildung zu sehen ist. Zuweilen sind die Zellen gewisser Pflanzen so stark mit Amylum-Kügelchen angefüllt, dafs sie dadurch ganz undurchsichtig werden, selbst auf den feinsten Schnitten, wie dieses z. B. in den Cotyledonen und im Eiweifs vieler Pflanzen zu finden ist; ja zuweilen treten mitten im Parenchym einzelne Zellen auf, welche ganz stark mit kleinen Amylum-Kügelchen gefüllt sind, während alle angrenzenden Zellen ohne alle Spur von Amylum sind. Im Gewebe von Rhipsalis pendula habe ich einmal zur Herbstzeit beobachtet, dafs einzeln stehende Zellen mit einer dickeren und festeren Haut versehen waren, und dafs gerade in ihnen eine Menge von Amylum-Kügelchen enthalten waren, während in den nebenanliegenden Zellen nur einzelne und ganz kleine gefärbte Saftkügelchen auftraten. In ungeheueren Massen ist das Amylum zur Herbstzeit in den Wurzeln der Umbellaten zu beobachten; hier sind

Digitized by Google

die Zellen aufserordentlich stark mit Kügelchen gefüllt und in vielen Zellen kommen grofse Klümpchen von Amylum-Kügelchen vor.

Die Amylum-Kügelchen sind wasserhell, so lange sie im Wasser befindlich sind; selbst im gefärbten Safte der Zellen sind die darin liegenden Amylum-Kügelchen ungefärbt. So beobachtete schon Herr Kieser *), dafs weifse Amylum-Körner im rothgefärbten Safte der gesprenkelten Kartoffel vorkommen, und bei Primula sinensis ist es ebenfalls leicht zu sehen.

Bei vielen Wassergewächsen und auch bei einigen saftigen Landpflanzen, wo die Amylum-Kügelchen in den Zellen der ganzen Pflanze vorkommen, da findet man sie zuweilen in der Nähe derjenigen Theile, welche dem Lichte ausgesetzt sind, etwas grünlich gefärbt und sie zeigen hier, wie sich, selbst der grünfärbende Stoff aus dem Amylum bildet. Bei der Vallisneria und der Zanichellia **) habe ich diese allmälige grüne Färbung der Amylum-Körner verfolgen können; dieselben wurden immer mehr grün, je näher sie der grüngefärbten Oberfläche der Pflanze zu liegen kamen; auch im Stengel mancher Tradescantien ist es zu beobachten.

Die Amylum-Kügelchen sind specifisch schwerer als Wasser, und daher sinken sie darin zu Boden; hierauf gründet sich bekanntlich die Trennung des Amylum's aus der Pflanzensubstanz im Grofsen.

Ueber den Bau der Amylum-Kügelchen herrschten, besonders in früheren Zeiten, sehr grofse Verschiedenheiten in den Ansichten der Phytotomen ***). Leeuwenhoeck

*) Phytonomie. p. 51.

**) Nouv. observ. sur la circulation etc. Ann. des scienc. nat. 1835. Nov.

***) S. Sur Pamidon. Extr. d'un Rapport fait à l'Acad. des Scienc. de Paris, le 7. Juillet 1834 sur plusieurs Mém. de M. M. Payen et Persoz, Couverchel, Guérin-Varry et Lassaigne par M. Chevreul, Rapporteur. L'Institut, 1834, p. 236. et Ann. du Mus. 1834, pag. 240—306.

Digitized by Google

hatte schon im Jahre 1716 gefunden, dafs jedes Amylum-Körnchen aus einer Hülle und aus einer inneren, von der Hülle sehr verschiedenen Substanz bestehe. Später schenkte man diesem Gegenstande keine Aufmerksamkeit und erst Herr Raspail *), welcher zuerst chemisch mikroskopische Untersuchungen über diese Gebilde anstellte, gab eine neue Ansicht über den Bau der Amylum-Kügelchen. Herr Raspail behauptete, dafs jedes Amylum-Kügelchen aus einer glatten Hülle und einer auflöslichen Substanz bestehe, eine Meinung, welche von Leeuwenhoeck's Ansicht nicht weit verschieden ist. Die glatte Hülle der Amylum-Körner, welche Herr Chevreul Amidine nennt, soll bei gewöhnlicher Temperatur weder von Wasser noch von Säuren aufgelöst werden, sie soll aber vermögend sein, sich durch Jod blau zu färben. Die auflösliche Substanz der Stärkemehl-Körner ist von der glatten Hülle umschlossen und soll sich ähnlich dem Gummi verhalten; Chevreul nannte sie Amidine. Th. de Saussure verstand dagegen unter diesem Namen die Hüllen der Amylum-Kügelchen. Diese Ansicht wurde fast allgemein mit grofsem Beifalle angenommen, so dafs man auf diejenigen Stimmen, welche sich dagegen erklärten, gar keine Achtung gab! Ja selbst Herr Mohl **) versuchte die Raspailsche Ansicht, als ganz richtig und sogar sehr leicht zu verfolgen darzustellen, und selbst in der neuesten Zeit, nachdem man nun unumstöfslich die Unrichtigkeit jener Ansicht nachgewiesen hat, sind einzelne Stimmen dennoch wieder dafür aufgetreten.

Die Amylum-Kügelchen sind solide Körper und man kann an ihnen, so lange sie im frischen Zustande sind, weder eine Hülle, noch einen flüssigen Inhalt beobachten; diese Meinung habe ich zuerst im Jahre 1828 in einer kleinen Schrift: Ueber den Inhalt der Pflanzen-Zellen aus-

*) Développement et analyse micr. de la fécule. — Ann. des scienc. nat. Tom. VI. p. 388 etc.

**) Flora v. 1831. Bd. 2.

Digitized by Google

gesprochen, und sie ist durch die neuesten Untersuchungen von Herrn Fritzsche, und A. m. bestätigt. In Hinsicht der Dichtigkeit herrscht jedoch einige Verschiedenheit zwischen der Substanz, welche die Oberfläche des Amylum-Körnchen bildet und derjenigen, welche das Innere derselben darstellt. Im unverletzten Zustande sind die Amylum-Kügelchen im kalten Wasser unlöslich, wird indessen ihre äufsere Hülle durch Reiben zersprengt, so löst sich ein grofser Theil ihrer inneren Substanz im Wasser auf; ja diese auflösliche Substanz soll nach Herrn Guérin's Untersuchung bis auf 41,3 pro Cent belaufen.

Unter den früheren Mikroskopen, welchen allgemein eine helle Beleuchtung fehlte, erschienen die Amylum-Kügelchen als eine, durch und durch gleichartige Masse, dagegen erkennt man bei einer guten Beleuchtung vermittelst der neueren Mikroskope, dafs jedes Amylum-Korn aus verschiedenen, oft sehr vielen Schichten zusammengesetzt ist, welche entweder concentrisch über einen bestimmten Punkt (von Herrn Fritzsche Kern genannt) gelagert sind, welcher sich mehr oder weniger in der Mitte des Kügelchen befindet, oder nur als concave Scheiben übereinander liegen. Den ersteren Fall findet man z. B. bei der Kartoffel, den Erbsen, Bohnen u. s. w., den Letzteren vielleicht bei allen Scitamineen, und hier ist dann der sogenannte Kern, d. h. derjenige Punkt, von dem die Schichtung ausgeht, nahe der Spitze des einen Endes gelegen. Die Zusammensetzung des Amylum-Kügelchen durch concentrische Schichten erkennt man an den feinen schattigen Streifen, welche concentrisch um den Kern des Kügelchens gelagert sind. Schon Herr Raspail kannte diese concentrischen Kreise auf den Amylum-Kügelchen der Kartoffel, er glaubte jedoch, dafs dieselben ihren Sitz in der Hülle des Amylum-Kügelchen hätten. Herr Turpin *) hat die erste gute Abbildung über den Bau dieser Amylum-Kügelchen aus der Kartoffel gegeben, aber auch er

*) Mém. du Muséum. 1827.

Digitized by Google

hielt das Amylum-Kügelchen für ein Bläschen; er glaubte, dafs die schattigen Ringe in der Hülle desselben ihren Sitz hätten, und dafs das Bläschen mit demjenigen Punkte an die Wand der Zellen befestigt wäre, welchen man, zur leichteren Verständigung, den Kern nennen kann, dafs also dieser Punkt gleichsam den Nabel des Amylum-Kügelchen darstelle.

Eine richtige Deutung jener concentrischen Schattenringe auf der Oberfläche der Amylum-Körner hat zuerst Herr Fritzsche in der angeführten Abhandlung gegeben, nach demselben zeigen alle Amylum-Körner auf ihrer Oberfläche concentrische Ringe, welche in gröfserer oder geringerer Deutlichkeit, Anzahl und Regelmäfsigkeit sichtbar werden. Diese concentrischen Ringe gehen von einem sphärischen Punkte, dem sogenannten Kerne aus, der sich allezeit aufserhalb des Centrums des Kügelchen befindet, und zwar gewöhnlich an irgend einer Stelle der Längenaxe des Kügelchen *). Um diesen sphärischen Kern herum liegen die concentrischen Ringe, und zwar so, dafs die ersteren denselben gleichförmig umgeben, während sich die darauf folgenden Schichten besonders nach der einen Richtung hin ausdehnen. Durch das Rollen der Kügelchen unter dem Mikroskope überzeugt man sich, dafs jene concentrischen Ringe im Inneren der Substanz des Kügelchen liegen, denn die Ringe behalten ihre Form und bleiben geschlossen, man mag die Kügelchen drehen und wenden wie man will, was natürlich nicht stattfinden könnte, wenn dieselben in der blofsen Hülle der Amylum-Kügelchen ihren Sitz hätten. Es folgt vielmehr daraus, dafs jedes einzelne Korn aus so vielen concentrischen Schichten besteht, als man an demselben Ringe beobachtet. Diese Schichten sind nur Folge des Wachsthumes, und die Vergröfserung der Amylum-Kügelchen hat durch Uebereinanderlagerung neuer Schichten stattgefunden, also durch Juxtapositio, ganz ähnlich der Art und Weise, wie

*) S. l. c. p. 130.

Digitized by Google

sich die Membran der Zellen verdickt, nur dafs hier die Anlagerung der neuen Schichten nach Innen stattfindet, während sich bei dem Amylum die neuen Schichten äufserlich anlegen. So wie es zuweilen möglich ist, selbst die einzelnen Schichten einer Zellenmembran (S. pag. 26) von einander zu trennen, so gelingt es, selbst die Schichten der Amylum-Kügelchen, oftmals mehr oder weniger deutlich von einander zu trennen. Wenn man nämlich eine Menge frischer Amylum-Kügelchen mit Gummi-Schleim zusammenbackt und diese Masse ganz langsam trockenen läfst, so erhält man ein Mittel, um selbst die einzelnen Amylum-Kügelchen, so klein sie auch sind, unmittelbar durchschneiden zu können. Unter einer grofsen Menge feiner Schnitte, welche man aus dieser Masse verfertigt, finden sich gewifs mehrere, welche theils mitten durch die Substanz der Amylum-Kügelchen geführt sind, und mehr oder weniger deutlich, auch hier den schichtenförmigen Bau im Inneren der Substanz nachweisen. An anderen feinen Schnitten bemerkt man jedoch eine Trennung der verschiedenen, übereinander gelagerten Schichten, welche durch den gewaltigen Eingriff mit dem Messer veranlafst worden ist.

Es ist sehr schwer die Anzahl der Schichten zu bestimmen, woraus die einzelnen Amylum-Körner zusammengesetzt sind, bei ganz kleinen Kügelchen scheint mir dieses nach dem Zustande unserer Instrumente ganz unmöglich, bei den gröfseren aber, wie z. B. bei denen der Kartoffeln, der Tulpe u. s. w., da erkennt man, bei der Anwendung immer stärkerer Vergröfserungen, auch immer mehr und mehr dergleichen Schichten, welche oft ganz aufserordentlich fein sind. Wenn man bei Anwendung starker Vergröfserungen und der Tagesbeleuchtung nicht mehr im Stande ist, eine gröfsere Zahl von Schichten zu unterscheiden, so gelingt dieses noch bei Anwendung eines hellen Lampenlichts. Da nun einmal schon die Bestimmung der Schichtenzahl so aufserordentlich schwer, ja oft wohl gar nicht ausführbar ist, so kann man natür-

Digitized by Google

lich auch noch nichts Bestimmtes über die Zeitperioden sagen, in welchen sich diese einzelnen Schichten gebildet haben können.

Zur Bestätigung der einzelnen Punkte über die Structur der Amylum-Kügelchen, welche ich im Vorhergehenden vorgetragen habe, kann man sich noch verschiedener chemischen Operationen bedienen, welche unter dem Mikroskope auszuführen sind. Eine Lösung der Jodine in Alkohol läfst sich z. B. überall anwenden, wo man über die chemische Zusammensetzung der Zellensaft-Kügelchen nicht ganz im Reinen ist, denn die Kügelchen, wenn sie aus Amylum bestehen, werden fast in dem Augenblicke der Zusetzung blau gefärbt, selbst wenn auch die Zellen, worin sie enthalten sind, vollkommen geschlossen und ohne Oeffnungen sind. Die blaue Farbe ist, nach der Menge der Jodine, mehr oder weniger dunkel gefärbt, und in diesem gefärbten Zustande kann man durch Zerdrücken der Kügelchen mehr oder weniger deutlich sehen, dafs die Substanz im Inneren nicht flüssig, sondern ebenfalls fest ist und blau gefärbt wird.

Die mineralischen Säuren lösen das Amylum mehr oder weniger schnell und vollkommen auf, selbst wenn sich dasselbe noch innerhalb der Zellen befindet, und man kann sich defshalb dieses Mittels in solchen Fällen bedienen, wo selbst die Färbung mit Jodine noch nicht klar über die Amylum-Natur dieser Kügelchen entscheidet. Wenn sich hiebei die dunkel gefärbten Amylum-Kügelchen allmälich vergröfseren, so wird die blaue Färbung ganz deutlich hervortreten. Bei dieser Auflösung des ungefärbten Amylum's durch Säuren bemerkt man immer noch einige feine Rückstände von der äufseren Substanz der Kügelchen, und wenn es scheint, als wären auch diese schon verschwunden, so braucht man nur etwas Jodine hinzuzuthun und die einzelnen Flocken werden durch ihre blaue Färbung sogleich wieder sichtbar.

Die Auflösung der Amylum-Körner in kochendem Wasser beruht bekanntlich in einem blofsen Anschwellen

Digitized by Google

durch Aufsaugung der Flüssigkeit, und man kann diesen ganzen Hergang unter dem Mikroskope verfolgen. Schon Leeuwenhoeck*) beobachtete, dafs die Amylum-Körner der Bohnen und des Weizens in kochendem Wasser aufgelöst würden. Wenn man die Amylum-Kügelchen dem kochendem Wasser aussetzt, so kann man folgende Veränderungen beobachten, welche das Kügelchen allmälich eingeht: Es bildet sich sofort ein Rifs in den äufseren und festeren Schichten des Amylum-Kornes und durch diesen Rifs tritt mit aufserordentlicher Schnelligkeit derjenige Theil aus dem Inneren hervor, welcher mit dem Namen des Kornes belegt wurde. Sowohl über diesen Gegenstand, so wie über die Auflösung der Amylum-Kügelchen während des Keimungs-Prozesses von der Oberfläche aus, wird in dem Capitel über die Verdauung ausführlich die Rede sein. Ein solcher, ganz ähnlich gestalteter Rifs bildet sich auch in den Amylum Kügelchen, wenn sie durch den Keimungs-Prozefs des Saamens angegriffen und allmälich aufgelöst werden, aber noch auffallender ist es, dafs sich, wie Herr Fritzsche zuerst beobachtet hat, an den Amylum-Kügelchen der Tulpen-Zwiebel zu jeder Zeit dergleichen Risse in den äufseren Schichten, welche aber bis zum Kerne dringen, vorfinden. Bei dem Kochen der Amylum-Kügelchen in Wasser verschwindet sogleich jener Rifs und die inneren Schichten dehnen sich ganz besonders stark aus. Kocht man dagegen, sagt Herr Fritzsche, das Amylum in concentrirter Essigsäure, welche nur höchst wenig Wasser an das Amylum abgiebt, so kann man diese Spalte an jedem Korne deutlich sehen, und zwar bemerkt man beim Rollen der so behandelten Körner, dafs die Ursache des Entstehens der Spalte nach allen Richtungen gewirkt hat, und dafs der Ort, wo sie entsteht, jedesmal der ist, wo der Durchmesser des Kornes am geringsten ist. — Man kann hiezu auch andere Flüssigkeiten benutzen, welche aber nur sehr geringen Gehalt an Wasser be-

*) Opera omnia. Delph. 1719. T. I. p. 423.

Digitized by Google

sitzen dürfen. Wenn man das Kochen feiner Schnitte aus der Kartoffel weiter fortsetzt, so kann man mit dem Mikroskope verfolgen, wie sich die Amylum-Kügelchen der einzelnen Zellen immer mehr und mehr ausdehnen, endlich zusammenstofsen und sich gegenseitig einzwängen, so dafs jede Zelle von den in ihr enthaltenen Kügelchen ganz vollkommen gefüllt wird, und man erkennt dann nur an einzelnen, nach verschiedenen Seiten auslaufenden feinen Strichen die Linien, wo sich die äufseren Flächen der nebeneinander liegenden Kügelchen nach ihrem Aufschwellen verbanden, und diese Streifen, die mehr oder weniger lang und zusammenhängend sind, werden durch das geronnene Pflanzeneiweifs erzeugt, welches vorher im Zellensafte gelöst war.

III. Auftreten der gefärbten Zellensaft-Kügelchen.

Die gefärbten Zellensaft-Kügelchen treten eben so häufig, ja vielleicht noch häufiger, als die Amylum-Kügelchen in dem Safte der Zellen auf. Bei allen grün gefärbten Pflanzen oder Pflanzen-Theilen sind die Kügelchen des Zellensaftes grün gefärbt, und sie sind es, welche die grüne Färbung der Pflanze hervorrufen. Die grüne Färbung der Zellensaft-Kügelchen wird durch einen eigenthümlichen Stoff verursacht, der sich von den Kügelchen entfernen läfst. Herr Link *) suchte zuerst diesen Farbestoff zu unterscheiden und erklärte ihn für einen harzigen Stoff. Später erhielt dieser Farbestoff durch die Herren Pelletier und Caventou **) den Namen: Chlorophyll oder Blattgrün. Herr Berzelius ***) hat die wachsartige Natur des Chlorophyll's dargethan; es ist in fetten wie in ätherischen Oelen, so wie in absolutem Alkohol und in Aether löslich.

*) Grundlehren etc. pag. 36.

**) Journal de pharmacie. 1817. T. III. pag. 486, und Ann. de Chemie. IX. 1818. pag. 194.

***) Lehrbuch der Chemie. III. p. 411.

Digitized by Google

Es herrscht sehr allgemein die Ansicht, dafs die grüngefärbten Zellensaft-Kügelchen nichts Anderes, als Chlorophyll-Kügelchen wären, dieses ist indessen keineswegs der Fall, sondern die Zellensaft-Kügelchen haben eine ungefärbte, halb erhärtete Masse zur Basis, und diese wird nur durch das Chlorophyll durchdrungen. Löst man das Chlorophyll durch Digeration in Aether oder Alkohol, so bleiben die ungefärbten Zellensaft-Kügelchen zurück, welche dadurch nur sehr Wenig von ihrer früheren Form verloren haben, die Substanz aber, woraus diese ungefärbten Zellensaft-Kügelchen bestehen, ist noch nicht bestimmt, sie ist unlöslich in kaltem wie in warmem Wasser. Vielleicht ist es der Pflanzenleim und erhärtetes Pflanzeneiweifs, welches diese Zellensaft-Kügelchen bildet, die durch Chlorophyll schön grün gefärbt werden.

Früher war ich der Ansicht, dafs die grünen Zellensaft-Kügelchen wirkliche Bläschen wären, und dafs nur die innere Fläche dieser Bläschen mit Chlorophyll belegt wäre; zu dieser Ansicht, welche unrichtig ist, ward ich durch zu schwache Vergröfserung und durch die grünen Bläschen verleitet, welche im Inneren der Conferven-Zellen sehr häufig erscheinen und allerdings auch wirkliche Bläschen sind, hier aber auch die Stelle von kleinen Sporen vertreten.

Die grüngefärbten Zellensaft-Kügelchen sind weder in kaltem noch in kochendem Wasser löslich. Digeration mit Alkohol entfärbt sie zwar, wie schon vorhin bemerkt wurde, aber die Kügelchen bleiben ungelöst zurück. Die grüne Farbe einer Pflanze ist stets um so dunkeler, je mehr sich dergleichen grüngefärbte Kügelchen in den Zellen vorfinden, und je tiefer das Chlorophyll gefärbt ist. Bei dergleichen Pflanzen, welche im Dunkeln, also entfernt vom Sonnenlichte, aufgezogen werden, findet sich dieser grünfärbende Stoff entweder gar nicht, oder doch nur in äufserst geringer Menge, und defshalb dergleichen Pflanzen die grüne Farbe entbehren. Die Kügelchen aber, welche sonst den grüngefärbten Kügelchen zum Substrat

Digitized by Google

dienen, sind auch in diesen sogenannten vergeilten Pflanzen (bleichsüchtigen Pflanzen), aber ungefärbt zu finden.

Die grünen Zellensaft-Kügelchen sind mehr oder weniger rund (S. Tab. II. Fig. 10.), oder mehr elliptisch (S. Tab. V. Fig. 7.), aber fast immer linsenförmig zusammengedrückt. Bei sehr starken Vergröfserungen erscheinen sie als eine gleichmäfsige, grüngefärbte Masse, worin hie und da kleine schwarze Pünktchen zu bemerken sind. Oft findet man aber auch mehr oder weniger grofse und ausgebreitete Massen im Inneren der Zellen, welche aus eben derselben grüngefärbten Substanz bestehen, woraus die Kügelchen gebildet wurden. Diese unregelmäfsig geformten Massen sind an der inneren Wand der Zellen ausgebreitet, oftmals noch mit gewöhnlichen gefärbten Kügelchen in einer und derselben Zelle begleitet. Dieses Auftreten der grüngefärbten Masse in unregelmäfsigen Formen ist ganz besonders in der vertikalen Zellenschicht der Blätter zu finden, und hier kommt es zuweilen vor, dafs fast die ganze innere Fläche der Zellen mit dieser Substanz belegt ist, wovon man sich z. B. bei den Blättern der Cycadeen, überhaupt bei solchen, die sehr dunkel gefärbt sind, überzeugen kann. In fast allen übrigen Fällen tritt diese grüngefärbte Substanz in Form von Kügelchen auf, welche sich in dem vollkommen ungefärbten Zellensafte befinden.

In den Zellen des Stammes sehr alter Cactus-Gewächse findet man sehr regelmäfsig gestaltete, elliptische Zellensaft-Kügelchen mit Chlorophyll gefärbt, und im Inneren dieser Kügelchen kommen nicht selten noch zwei kleinere Kügelchen von dunkelerer Farbe vor.

Durch jenes massige Vorkommen der grünfärbenden Substanz in den Zellen der Blätter, ist Herr Treviranus *) zu einer eigenen Ansicht über diesen, so leicht zu beobachtenden Gegenstand gelangt. Er giebt an, dafs der Saft der zelligen Theile, welche der Oberfläche der Organe

*) Physiologie der Gewächse. I. p. 42.

Digitized by Google

näher liegen, mit Ausnahme der Blüthentheile grün sei. „Man sieht“ sagt Herr Treviranus „daher den Zellensaft in solchen Zellen, so lange sie noch unverletzt sind, in Gestalt einer hellgrünen, sehr durchscheinenden Gallerte der inneren Oberfläche anhängen, und wo eine Zerreifsung der Haut stattgefunden, langsam austreten.“ Wenn man aber mit hinreichend starker Vergröfserung (und diese hat Herrn Treviranus bei seinen Beobachtungen gefehlt) dieses Austreten der grüngefärbten Masse aus den Zellen beobachtet, so wird man auch sehen können, dafs diese Masse in der frischen Pflanze in einer Flüssigkeit, nämlich dem Zellensafte schwimmt, und wenn dieser verdunstet ist, dann legt sich die erhärtende Masse an die innere Wand der Zellenmembran an.

Aufser jener grüngefärbten gallertartigen Masse, welche Herr Wahlenberg mit dem Namen: glutinosum viride belegt haben soll, denkt sich Herr Treviranus noch eine Flüssigkeit von elastischer Art, welche die Zellenräume anfüllt, gesteht aber selbst, dafs von dieser Substanz kein deutlicher Begriff zu geben ist.

Die grünen Zellensaft-Kügelchen sind in einer und derselben Zelle ziemlich von gleicher Gröfse, obgleich allerdings auch Ausnahmen vorkommen. Im Allgemeinen sind sie ohne alle Ordnung in den Zellen gelagert und meistentheils an der inneren Fläche der Zellenmembran etwas befestigt, wenn sich aber der Zellensaft bewegt, worüber später die Rede sein wird, so sieht man meistens diese Kügelchen frei umher schwimmen. Nur sehr selten findet man, dafs die grünen Zellensaft-Kügelchen nach einer gewissen Regel, im Inneren der Zelle gelagert sind. So habe ich zuweilen beobachtet, dafs diese Kügelchen in den Zellen der Epidermis von Cactus pendulus, in einer regelmäfsigen Kreisstellung vereinigt sind, und sehr häufig habe ich diese Erscheinung in den Zellen mehrerer Aloe-Arten beobachtet. Aber für gewöhnlich liegen diese Kügelchen ohne alle Regel, bald an diesem, bald an jenem Orte der Zelle, doch häufig, besonders in den Zellen succulenter

Digitized by Google

Pflanzen, sind sie zu mehr oder weniger grofsen Häufchen vereinigt. In den Zellen vieler Cactus-Arten findet man die grüngefärbten Kügelchen zu kleinen Klümpchen vereinigt und mehrere solcher Klümpchen befinden sich in einer und derselben Zelle; es scheint, dafs eine schleimige, ganz ungefärbte Masse diese äufserst kleinen Kügelchen mit einander verbindet. Doch zu gleicher Zeit wird man in anderen, dicht daneben liegenden Zellen auch wieder einzelne und gröfsere dieser grünen Zellensaft-Kügelchen beobachten. Sehr niedlich und regelmäfsig findet man zuweilen die Stellung der grünen Kügelchen in den Zellen des Blattstieles von Helleborus foetidus.

Die regelmäfsige kreisförmige Stellung, welche diese Zellensaft-Kügelchen zuweilen zeigen, möchte wohl durch die Rotations-Strömung des Zellensaftes veranlafst worden sein.

Besonders bemerkenswerth ist noch, dafs in den Schläuchen der Charen sowohl grüngefärbte Zellensaft-Kügelchen, als ungefärbte Amylum-Kügelchen und mehr oder weniger grofse Schleimklümpchen vorkommen. Die grüngefärbten Kügelchen sitzen bei diesen Pflanzen auf der inneren Fläche der Zellenmembran befestigt und zwar in regelmäfsigen, spiralförmig sich windenden Reihen. Eine grofse Anzahl solcher Reihen grüner Kügelchen, die ebenfalls linsenförmig zusammengedrückt sind, verlaufen parallel und dicht neben einander, und bilden gleichsam ein breites Band, welches fast so breit, als die Hälfte des Umfanges des Schlauches ist. In einer kleinen Entfernung von dem Rande dieses grünen Bandes, liegt ein zweites, eben so breites, welches parallel mit dem ersteren verlaufend, sich ebenfalls spiralförmig um die innere Fläche der Charen-Schläuche windet und wodurch fast die ganze innere Fläche derselben bedeckt wird. Nur ein sehr schmaler, gleichmäfsig breiter Streifen windet sich zwischen den beiden breiten Bändern grüner Kügelchen hindurch und dieser allein ist nicht mit jenen Kügelchen bekleidet. In den jungen Charen-Schläuchen, und besonders schön ist dieses bei der Chara flexilis zu sehen, sind die

Digitized by Google

grünen Kügelchen in den, spiralförmig sich windenden Reihen zwar nebeneinander liegend, aber eine feine schleimig gallertartige Masse vereinigt sie mit einander, und mit dieser sind sie der inneren Fläche der Zellenmembran angeheftet. Oft beobachtet man, dafs sich diese Zellensaftkügelchen mit vorschreitendem Alter der Charen-Pflanze vergröfseren und nun, gleichsam durch den gegenseitigen Druck, eine viereckige Form annehmen; in solchem Zustande scheint es, als wenn die ganze Zellenmembran mit lauter kleinen viereckigen grünen Zellchen bekleidet ist.

Die grünen Zellensaft-Kügelchen in der Vallisneria spiralis sind mit einem elliptischen Anhange versehen, welcher etwas heller grün gefärbt ist, als das Kügelchen und aus einer schleimigen, halb erhärteten Materie besteht. Ich habe bei einer früheren Gelegenheit, als ich die Entdeckung der Rotations-Strömung in den Zellen der Vallisneria spiralis publicirte *), auf diese Anhängsel der Zellensaft-Kügelchen aufmerksam gemacht, und habe sie für eine Reserve-Nahrung erklärt, welche sich die Pflanze zur Sommerzeit, wenn sie in gröfster Ueppigkeit vegetirt, als Vorrath für den Winter und zur Bildung neuer Triebe darstellt. Im Frühjahre, spätestens im Sommer, verschwindet die letzte Spur von diesem Anhängsel, welches ich der Kürze wegen mit dem Namen der Schleimatmosphäre des Kügelchen belegt habe. So wie man zu gewissen Zeiten auch keine Spur von dieser Schleimatmosphäre an den Kügelchen des Zellensaftes der genannten Pflanze findet, so wird man wiederum zu einer anderen Zeit, wenn dieselben sehr allgemein auftreten, ebenfalls eine Menge von Kügelchen, und zwar oft in dicht nebeneinander liegenden Zellen beobachten, welche keine Spur von dieser Atmosphäre zeigen. Ja solche grünlich gefärbte und oft ziemlich regelmäfsig elliptische Anhängsel,

*) S. Nova acta Acad. C. L. C. nat. cur. Tom. XIII. Vol. II. pag. 856 und Tab. XLV.

Digitized by Google

habe ich neuerlichst bei mehreren succulenten Pflanzen zur Winterzeit beobachtet.

Aufser den grüngefärbten Zellensaft-Kügelchen treten in den Zellen der Pflanzen noch braune und gelbe Saft-Kügelchen auf. Die braunen Zellensaft-Kügelchen haben eine sehr feste Färbung, und es gelingt nicht so leicht den färbenden Stoff von diesen Kügelchen zu trennen, wie dieses bei den grünen Kügelchen der Fall war. Meistentheils erscheinen in allen Zellen braune Zellensaft-Kügelchen, deren Wände durch braungefärbte Membranen gebildet werden, wie es z. B. ganz allgemein im Holze der Baumfarrn und weniger allgemein auch in allen übrigen Farrn der Fall ist. Auch unter den Lebermoosen giebt es eine grofse Anzahl, deren Zellenmembran bräunlich gefärbt ist, und hier sind die braunen Zellensaft-Kügelchen ganz allgemein vorkommend.

Wir könnten noch eine Menge anderer niederer Pflanzen aufführen, wo die Kügelchen ebenfalls braun sind, doch wir machen vorzüglich auf die interessante Gattung Azolla aufmerksam, deren Zellenwände ganz braun gefärbt sind. Bei dieser Gattung sind die Saft-Kügelchen in den Zellen elliptisch und verhältnifsmäfsig sehr grofs, und oft liegen, eine ganze Anzahl derselben, rosenkranzförmig aneinander gereiht an den Seitenwänden der Zellen.

In den braun gefärbten Theilen der höheren Pflanzen, als in der braunen Rinde der Stämme, wie in den braunen Zellenschichten, welche die Peripherie der Wurzeln zu bilden pflegen, finden sich immer nur braungefärbte Zellensaft-Kügelchen. In der Wurzel sind wohl niemals grüne Zellensaft-Kügelchen zu finden; die äufseren Zellen derselben pflegen braungefärbte Kügelchen zu enthalten, die inneren Zellen dagegen enthalten nur Amylum-Kügelchen. Im Allgemeinen sind die braunen Zellensaft-Kügelchen nicht so grofs, als die grünen und in den Zellen der Wurzel treten sie nicht so häufig auf, als die grünen in den Zellen der Blätter etc.

Digitized by Google

IV. Ueber den Nucleus in dem Safte der Zellen.

In neuerer Zeit hat Herr R. Brown *) auf das Vorkommen eines besonderen sphärischen Körpers aufmerksam gemacht, der in den Zellen sehr vieler Pflanzen zu finden ist. Herr Brown nannte diesen Körper: Nucleus oder den Kern der Zelle, und gab an, dafs derselbe am häufigsten bei den Monocotyledonen vorkomme, und zwar bei diesen am häufigsten bei den Orchideen, Liliaceen, Hemerocallideen, Asphodeleen, Irideen und Commelineen. In den tafelförmigen Zellen der Epidermis der Orchideen ist der Kern gewöhnlich in gleichem Verhältnisse abgeplattet; in den tiefer liegenden Zellen ist er dagegen oft fast sphärisch. Der Kern zeigt sich nach Hrn. Brown's Beobachtung auch in der Narbe der Orchideen, und in den gegliederten Haaren, welche zuweilen bei diesen Pflanzen, wie bei Cypripedium auftreten, und besonders schön ist derselbe in den gegliederten Haaren zu beobachten, welche so oft auf den Staubfäden der Tradescantien und diesen ähnlichen Gewächsen auftreten. In den Haaren der Tradescantia virginica ist dieser Kern durch Herrn Brown sehr genau beobachtet und beschrieben worden, er ist hier eben so deutlich als regelmäfsig gebildet, und leicht trennt er sich bei einem angebrachten Drucke von der inneren Wand der Membran. Frei liegend erscheint er vollkommen rund aber linsenförmig zusammengedrückt und sein körniger Inhalt wird, wie Herr Brown sagt, entweder durch einen geronnenen, nicht sichtbaren hörnigen Schleim, oder, was ebenso wahrscheinlich ist, durch eine ihn einschliefsende Membran zusammen gehalten.

Dieser Nucleus im Safte der Zellen, von dem im Vorhergehenden die Rede war, ist keineswegs mit dem zusammengeballten, grüngefärbten Zellensaft-Kügelchen

*) Observations on the organs and mode of fecundation in Orchideae and Asclepiadeae. London 1831. 8vo. I. d. Deutsche übersetzt in R. Browns Vermischten Schriften. Herausgegeben von Nees von Esenbeck. Bd. V. Nürnberg 1834. pag. 117.

Digitized by Google

zu verwechseln, welche ebenfalls nicht selten in den Zellen saftiger Gewächse auftreten, sondern es ist eine eigenthümliche, fast ganz ungefärbte, halberhärtete Schleimmasse, welche aus vielen sehr kleinen Kügelchen besteht, die in einer durchsichtigen und weichen Masse eingeschlossen sind. Von einer feinen Membran, welche das Ganze umschliefsen soll, ist selbst bei starken Vergröfserungen nichts zu beobachten; auch geben Färbungs-Versuche mit Jodine eine gleichmäfsig braungefärbte Masse, welche die ganze Substanz des Kernes ausmacht. Die chemische Beschaffenheit dieses Kernes ist noch nicht ermittelt, auch möchte es schwer sein, darüber durch direkte Versuche zu entscheiden; mir scheint es, als wenn dieser Kern aus condensirtem Schleime und Pflanzenleim besteht, vielleicht zeigt er dieselbe Substanz, welche der grünen Farbe in den Zellensaft-Kugeln zum Substrat dient. Eine wirkliche Färbung dieses Kernes durch Chlorophyll habe ich noch nicht beobachten können.

Es ist nicht selten der Fall, dafs der Kern in dem Safte der Zelle ganz allein, als der einzige feste Körper auftritt, welcher darin enthalten ist. In den Epidermis-Zellen der Liliaceen ist dieses fast ganz allgemein. Sehr häufig tritt in jeder Zelle nur ein einzelner Nucleus auf, und dieses ist sogar in den kurzen Zellen die Regel; doch in langgestreckten Zellen treten sehr häufig zwei bis drei dergleichen Nuclei auf, und sehr oft bemerkt man, noch aufser diesen, bestimmt gerundeten Ballen einzelne, unregelmäfsig geformte Schleimmassen, welche in der Zelle umher liegen und ebenfalls aus sehr kleinen, in einen Schleim gehüllten Kügelchen bestehen. Es scheint, dafs sich die Nuclei aus solchen unregelmäfsigen Schleimmassen bilden.

Diese sogenannten Nuclei treten aber auch in Gesellschaft von Zellensaft-Kügelchen auf, sowohl mit kleinen Amylum-Kügelchen, als hauptsächlich mit grünen Kügelchen und gewöhnlich ist der Zellensaft, worin sich der Nucleus befindet, sehr schleimig. In den Zellen der Haut-

Digitized by Google

drüsen, welche bekanntlich ganz dicht mit grünen Zellensaft-Kügelchen gefüllt sind, kommen ebenfalls solche Nuclei von einer ungefärbten Substanz vor, und zwar findet sich in jeder Zelle ein einzelner Nucleus. Schon Herr R. Brown *) beobachtete dieses Vorkommen, und Herr Krocker **) vervielfältigte diese Beobachtungen; er fand die Kerne besonders schön in den Zellen der Hautdrüsen bei Asplenium maximum und Aspidium exaltatum, wo diese runden ungefärbten Gebilde, wie gewöhnlich auch bei den übrigen Pflanzen, gerade in der Mitte einer jeden Drüsen-Zelle sitzen.

Das Vorkommen dieser Nuclei im Inneren der Zellen scheint nicht zu allen Zeiten bei der Pflanze statt zu finden, und wenn sie vorkommen, so sind es eigentlich doch nur wenige Zellen, welche diese Gebilde aufzuweisen haben; in den meisten Zellen finden sie sich nicht. Vielleicht ist der Nucleus ebenfalls eine Art von Reservenahrung; in den Knollen keimender Orchideen fand ich wenigstens in jeder Zelle einen solchen Nucleus von sehr bedeutender Gröfse.

Die Befestigung des Nucleus an der inneren Fläche der Zellenwand ist eben so leicht, als die der grüngefärbten Zellensaft-Kügelchen, wenn sich dieselben auf der Zellenwand angesetzt haben. Schon ein feiner Strom des rotirenden Zellensaftes reicht zuweilen hin, um die Verbindung des Nucleus mit der Zellenwand aufzuheben, worüber wir im folgenden Abschnitte nochmals sprechen werden.

V. Auftreten verschiedener fester Sekrete im Inneren der Zellen.

Das Vorkommen des Harzes und der harzartigen Stoffe im Inneren der Zellen als mehr oder weniger feste Massen und in Form von Kügelchen, ist eine aufserordentlich

*) l. c. pag. 21.
**) De struct. epid. 1833. p. 11.

Digitized by Google

auffallende Erscheinung, welche verhältnifsmäfsig nur sehr selten vorkommt. Die Aloe-Arten besitzen z. B. keine Milchsaft-Gefäfse, obgleich man ihnen dieselben schon oftmals zugeschrieben hat, offenbar verleitet durch die eigenthümliche Form, in welcher die Sekrete abgelagert werden.

Es sind nämlich die langgestreckten Parenchym-Zellen, welche zunächst den Spiralröhren der Aloe-Pflanzen liegen, und schon bei sehr jungen Pflänzchen eine auffallend gelbgrünliche Färbung des Zellensaftes zeigen. Im späteren Alter der Pflanze wird diese Färbung des Zellensaftes immer concentrirter, oder es bilden sich in demselben mehr oder weniger grofse Harzkugeln, welche eine schöne braungelbe Farbe zeigen und neben den Zellensaft-Kügelchen vorkommen. Oft ist nur ein einzelnes Harzkügelchen in jeder Zelle vorhanden, oft sind deren mehrere. In eben denselben Zellen, worin solche Harzkügelchen vorkommen, findet man den Zellensaft fast ganz ungefärbt, doch auch hier wird in späteren Zeiten wieder von Neuem in den Zellen dieses Harz secernirt, und der Zellensaft färbt sich endlich so stark, dafs man bald bemerkt, wie an die Stelle des Saftes eine Masse eines flüssigen Harzes eingetreten ist, und dieses Harz ist es, welches den Stoff liefert, der in den Apotheken unter dem Namen Aloe aufbewahrt wird. Wenn die Blätter der Aloe-Pflanze so alt geworden sind, dafs sie allmälich absterben, dann findet man in diesen Zellen, welche den Spiralröhren zunächst liegen, eine sehr grofse Menge von jenem gelbbraunen Harze abgelagert; oft wird die ganze Zelle von einem einzigen, zusammenhängenden Stücke ausgefüllt, und oft ist die Masse durch Sprünge in mehrere kleinere Stücke zerspalten, deren früheren Zusammenhang man leicht erkennt. Zu dieser Zeit findet man das Harz nur noch sehr selten in Form von Kügelchen abgelagert. Bemerkenswerth ist es noch, dafs einzelne der Harzkügelchen in diesen Zellen gleichsam wie hohl erscheinen, oder wie eine Blase, welche mit einem helle-

Digitized by Google

ren Stoffe gefüllt ist, oder auch wie eine Kugel, welche aus vielen kleineren Kugeln zusammengesetzt ist. Zuweilen findet man die Harzmasse in diesen langgestreckten Zellen nur in Form langer Streifen abgelagert; hier hat sich die Masse, welche früher die ganze Zelle füllte, bei dem Erhärten zusammengezogen und an irgend einer der Seitenwände der Zellen abgelagert, und hat man dicke Schnitte hiervon zur Untersuchung unter dem Mikroskope, so kann man diese schmalen Harzstreifen sehr leicht als in langen Gefäfsen abgelagert ansehen, was aber bei den Aloe-Pflanzen durchaus nicht der Fall ist. Auch ist es in alten Aloe-Pflanzen nicht selten, dafs diejenigen Zellen, welche den, mit Harz gefüllten zunächst liegen, ebenfalls noch einen hellgelben Zellensaft führen, was wohl durch den Farbestoff des nahe liegenden Harzes bewirkt wird; ja es kommen nicht selten Fälle vor, dafs selbst die Spiralröhren an solchen Stellen mit gelbem Safte gefüllt auftreten, ein Fall, der auch noch in manchen anderen Monocotyledonen nicht so selten anzutreffen ist.

Noch um Vieles einfacher ist die Ablagerung des secernirten Harzes an vielen anderen Pflanzen; bei den Valeriana-Arten z. B. findet es sich in denjenigen Zellen, welche die äufsersten Schichten der Wurzel bilden. In der Wurzel der Valeriana Phu sind wohl die 8—12 äufsersten Zellenschichten mit dem bekannten Valeriana-Harze gefüllt, indem nämlich in einer jeden Zelle dieser Schichten entweder ein oder mehrere, ziemlich gleichgrofse Harzkügelchen liegen. In der Wurzel der offizinellen Valeriana verhält es sich ganz ähnlich, und es sind hier ebenfalls nicht nur die Zellen der Epidermis, welche dieses Harz enthalten, wie Herr Schultz *) es angiebt, sondern in den darunter liegenden Zellenschichten findet man es ebenfalls. Man kann sich übrigens sehr leicht davon überzeugen, dafs hier nichts von Oelsäcken vorhanden ist, denn die angegebenen Harzkügelchen, welche mitten in

*) Die Natur der lebenden Pflanze. I. p. 674.

Digitized by Google

den einzelnen Zellen liegen, lösen sich in erwärmten Alkohol mit Leichtigkeit vollkommen auf. Die Harzkügelchen kommen hier niemals mit Amylum-Kügelchen in einer und derselben Zelle vor, sondern die Zellen, welche im Inneren der Wurzel, nämlich innerhalb der harzführenden Zellenschichten liegen, sind sehr stark mit Amylum-Kügelchen gefüllt.

Bei Amomum-Arten war das Auftreten der gefärbten Harzkügelchen im Inneren der Zellen schon seit längerer Zeit bekannt, und es verhält sich auf ähnliche Weise bei allen Scitamineen. Hauptsächlich findet man in der Wurzel dieser Pflanzen einzelne Zellen, oft mitten unter denen, welche mit Amylum gefüllt sind, die mit einem grünlichen, gelblichen oder gelbbräunlichen Harzkügelchen versehen sind, worin gerade das ätherisch Aromatische besteht, was die Pflanzen dieser Familie so besonders auszeichnet. Bei den Curcuma-Arten tritt dieser harzige Stoff in besonders grofsen Massen auf, so dafs sehr viele Zellen solche Harzkügelchen aufzuweisen haben, und in manchen Zellen sogar mehrere dergleichen erscheinen. Auch im Zellengewebe des Stengels treten bei den Scitamineen nicht selten solche Harztröpfchen im Inneren der Zellen auf, ganz besonders in den äufsersten Zellenschichten, und hier sind sie anfangs noch flüssig und aus einem Oele bestehend, welches gleichsam die ganze Zelle ausfüllt, später, wenn es erhärtet, zieht es sich etwas von den Wänden der Zellen zurück. Auch in den Parenchym-Zellen der Piper-Arten findet man nicht selten einzelne Kügelchen, welche fast die ganze Zelle füllen und von harziger Natur sind u. s. w.

VI. Von den Krystallen und den anorganischen Substanzen überhaupt, welche in dem Zellengewebe der Pflanzen vorkommen.

Die Zahl der anorganischen Stoffe, welche im Gewebe der Pflanzen auftreten, ist gewifs sehr grofs; bald sind sie in den Säften der Pflanze im gelösten Zustande enthalten,

Digitized by Google

bald sind sie in der festeren Substanz, welche die Wände der Elementarorgane darstellt, ausgebreitet und nur selten in diesem Zustande dem Auge des Beobachters erkenntlich. Sehr häufig treten dagegen die anorganischen Stoffe der Pflanze in Form von Krystallen auf, die bald mehr bald weniger regelmäfsig ausgebildet sind, und diese krystallinischen Massen sind meistentheils im Inneren der Zellen vorkommend, also aus dem Zellensafte heraus krystallisirt. Nur in aufserordentlich seltenen Fällen kommen Krystalle im Inneren der Lufthöhlen vor, aber in den Intercellulargängen giebt es keine Krystalle. Alle diese Fälle werden wir im Folgenden specieller erörtern; doch wir beginnen mit dem Vorkommen der Krystalle in den Zellen der Pflanze. Das Geschichtliche über diesen Gegenstand findet man in unserer Phytotomie pag. 168.

Bis zu der neueren Zeit kannte man eigentlich nur die spiefsigen oder nadelförmigen Krystalle in den Pflanzen, und selbst die Herren De Candolle's *) hatten sich von der anorganischen Natur dieser Gebilde noch nicht überzeugt und nannten sie defshalb: Raphides. Obgleich die sogenannten Raphides schon lange vorher, als Krystalle erkannt, und spiefsige Krystalle genannt worden waren, so ging doch jene unrichtigere Benennung des Herrn De Candolle fast in alle Handbücher der Botanik über. Im Jahre 1828 habe ich in meiner Schrift: Ueber den Inhalt der Pflanzen-Zellen nachgewiesen, dafs die, bis dahin bekannten spiefsigen Krystalle der Pflanzen nicht zwischen, sondern immer in den Zellen vorkommen, eine Beobachtung, welche später von Herrn Mohl in seiner Arbeit über die Structur der Palmen, und von Herrn Unger bestätigt worden ist; sicherlich werden die Bestätigungen der genannten genauen Beobachter gröfsere Auctorität haben, als eine, offenbar unrichtige Beobachtung des Herrn Treviranus **), wonach diese Krystalle bei Orchideen und

*) Org. vég. I. p. 126.
**) Physiolog. I. pag. 47. Fig. 9. Tab. I.

Digitized by Google

bei Bulbine frutescens nicht in den Zellen, sondern in den Räumen zwischen den Zellen vorkommen sollen.

Später schrieb Herr Turpin *) eine Abhandlung, worin er das Vorkommen der Krystalle in den Pflanzen speciell erwegte, aber leider zu sehr unrichtigen Resultaten kam, zugleich alle Arbeiten der Deutschen mit Stillschweigen übergehend. Herr Turpin giebt an, dafs die Krystalle in den Pflanzen auf folgende Weise vorkommen: 1) Im Inneren der Zellen des Zellengewebes. 2) In den eckigen Gängen, welche durch Zusammenstofsen von 5 sphärischen Zellen gebildet werden. (Offenbar werden hiermit die Intercellular-Gänge gemeint, welche auch durch Zusammenstofsen von drei Zellen, und zwar ganz gewöhnlich auf diese Weise entstehen.) 3) Im Inneren der röhrenförmigen Gefäfse und 4) in den Lücken, welche durch Zerreifsung oder durch gegenseitige Entfernung dieser Gefäfse entstehen. Der genaue Beobachter wird sich jedoch sehr bald überzeugen können, dafs alle diejenigen Krystalle, von welchen Herr Turpin spricht, und wovon auch allein, fast alle anderen Phytotomen gehandelt haben, dafs diese Krystalle einzig und allein nur im Inneren der Zellen vorkommen.

Ferner hat Herr Turpin eine Ansicht über das Vorkommen der Krystalle in den Pflanzen ausgesprochen, welche ebenfalls mit der Natur nicht übereinstimmt. Er glaubt nämlich beobachtet zu haben, dafs gewisse Arten einer bestimmten Gattung Krystalle aufzuweisen haben, während andere Arten darin keine Spur zeigen. So glaubt Herr Turpin, dafs nur der offizinelle Rhabarber Krystalle besitze, während ich dieselben auch in allen anderen Rhabarber-Arten gefunden, welche ich untersucht habe. Rhipsalis salicornioides soll ebenso keine Krystalle zeigen, während dieselben bei allen anderen Rhipsalis-Arten vorkommen. Indessen auch bei Rhipsalis salicornioides habe ich Krystalle beobachtet und zwar ein-

*) Ann. des scienc. nat. 1832. Avr.

Digitized by Google

mal sehr viele. Später hat Herr Turpin *) angegeben, dafs in den Gattungen der Geraniaceen und der Meliaceen, welchen die Gattungen Vitis und Cyssus so nahe stehen, noch keine Krystalle beobachtet worden sind, während sie doch bei Vitis und Cyssus vorkommen. Nach den Ansichten, welche wir gegenwärtig über das Auftreten der Krystalle in den Pflanzen aussprechen können, und worüber in den folgenden Abschnitten die Rede sein wird, wäre so etwas allerdings möglich, indessen dergleichen negative Beobachtungen sind immer mit sehr grofser Vorsicht auszusprechen; ich selbst habe wenigstens in den Pelargonien aufserordentlich viele Krystalle beobachtet.

Die Krystalle, welche im Inneren der Zellen auftreten, sind in einer und derselben Pflanze von verschiedener Form, oft kommen zwei, drei bis vier Arten von Krystallformen vor; ja man findet auch zuweilen, dafs die Krystalle in einer und derselben Zelle von verschiedener Form auftreten. In diesem letzteren Falle kann man allerdings durch die Beobachtungen verfolgen, dafs sämmtliche Krystalle von einer und derselben Grundform sind, also auch wohl aus einer und derselben Substanz bestehen; in den anderen Fällen kann man schon mit Bestimmtheit angeben, dafs die verschieden geformten Krystalle auch verschiedenen Substanzen angehören. So wichtig es wäre, diesen Gegenstand zur bestimmten Entscheidung zu bringen, eben so schwer, ja oftmals ganz unmöglich, ist die Ausführung desselben; früher gelang es sogar nur in sehr wenigen Fällen die Form der Krystalle zu bestimmen, indessen gegenwärtig hoffen wir, dafs auch dieser Gegenstand ziemlich ins Reine gebracht worden ist.

Ganz besonders bemerken wir noch, dafs diese Krystalle, welche in den Zellen der Pflanzen vorkommen, nicht etwa als jene Alkaloide anzusehen sind, welche in manchen Pflanzen so reichhaltig auftreten, und bei so vielen

*) Ann. des scienc. nat. 1834. Tom. I. pag. 228.

Digitized by Google

medicinischen Pflanzen, als die allein wirksamen Substanzen zu betrachten sind, sondern diese Krystalle sind Salze, welche entweder durch ein, aus der Erde aufgenommenes Alkali und einer, in der Pflanze gebildeten Säure entstehen, und zwar sobald, als der Saft der Zellen mit diesen Stoffen in hinreichender Masse concentrirt ist. Oder es werden beide Stoffe, sowohl die Säure, als die Erde durch die Pflanze aufgenommen, und sobald sie sich in den Zellen der Pflanze begegnen, kommen sie zur Krystallisation. In anderen Fällen können sich Doppelsalze bilden, wenn nämlich verschiedene Erden oder Alkalien durch die Pflanze aus dem Boden aufgenommen werden. Der kohlensaure Kalk dagegen, der so oft in den Pflanzen krystallisirt gefunden wird, bildet sich wohl aus dem im gelösten Zustande aufgenommenen neutralen kohlensauren Kalke, welchem durch die Pflanze ein Theil der Kohlensäure entzogen wird, worauf dann der basisch kohlensaure Kalk krystallinisch zu Boden fällt. In der Folge werden wir einzelne dergleichen Fälle näher kennen lernen.

Obgleich nach dieser Darstellung das Auftreten der Krystalle in den Pflanzen gleichsam durch äufsere Verhältnisse bedingt ist, indem einzelne Substanzen zur Bildung der Krystalle aus dem Boden gezogen werden müssen, daher die Krystalle nicht zur Ausbildung kommen können, wenn jene Substanzen dem Boden fehlen, so müssen wir dennoch in dem Auftreten der Krystalle in der Substanz der Pflanzen mehr, als etwas rein Zufälliges erkennen. Es ist bekannt, dafs wenn in einer Gattung von Pflanzen eine gewisse, jener allgemeinen vegetabilischen Säuren, als Kleesäure, Apfelsäure etc. auftritt, dafs dann alle Arten dieser Gattung jene Säuren aufzuweisen haben, die eine Art zwar mehr, die andere weniger; ihr Vorkommen ist aber allgemein. Kommen nun diese Pflanzen auf einem kalkhaltigen Boden vor, und dieser ist wohl der gewöhnlichste, so werden natürlich in allen Arten jener Gattung Krystalle von kleesaurem Kalke auftreten, da dieser Stoff unlöslich im Wasser ist, und somit ist es

Digitized by Google

einzusehen, dafs dergleichen Ausnahmen, wie sie nach Turpin's Angaben stattfinden sollten, nicht so leicht vorkommen können. Es kommen indessen bei dem Auftreten der Krystalle andere Eigenthümlichkeiten vor, auf welche wohl zu achten ist. Man findet z. B. sehr häufig, dafs ein junges Individuum einer gewissen Pflanzenart keine Krystalle in den Zellen zeigt, während eine alte Pflanze der Art oft überaus reich daran ist; zuweilen kann man beinahe sagen, an welchem Tage sich die Krystalle einfanden. Ganz besonders reich sind die Pflanzen an Krystallen, wenn sie nicht nur vollkommen ausgewachsen sind, sondern schon anfangen zu altern. Treten in dieser Lebensperiode der Pflanze in ihren Zellen Säuren auf, so ist auch das Vorkommen der Krystalle ganz allgemein.

Dergleichen succulente Pflanzen, als Aloe-, Agave- und Cactus-Arten, zeigen in den Zellen alter Individuen eine überaus grofse Menge von Krystallen, während ganz junge Exemplare davon oftmals gar keine zeigen. Auch kann man, wie ich glaube erkennen, dafs die einmal im Inneren der Zellen gebildeten Krystalle, mit zunehmendem Alter der Pflanze allmählich immer gröfser werden; dieses kann natürlich nur mit einem Gröfserwerden der Zellen selbst begleitet sein. Daher findet man denn auch in ganz alten Cactus- und Agave-Arten ganz aufserordentlich grofse Krystalle, welche man ziemlich leicht in Hinsicht ihrer Form erkennen kann. Zuweilen treten dergleichen Krystalle besonders häufig in solchen Organen oder Theilen der Pflanze auf, welche, nach beendeter Function, sogleich abzusterben anfangen, z. B. in den Blüthenstielen, bei Monocotyledonen besonders. In der Spatha mehrerer Aroideen habe ich, gleich nach dem Befruchtungs-Acte, eine ganz aufserordentliche Anzahl von Krystallen beobachtet. Auch in diesen Fällen scheint die Bildung der Krystalle erst bei einer gewissen Concentration der Zellensäfte einzutreten, und diese erfolgt durch das anhaltende Aushauchen der Feuchtigkeit eines solchen

Digitized by Google

Pflanzentheiles, während der Zufluſs der Säfte nach demselben aufhört.

Treten dergleichen Krystalle in der Pflanze in sehr groſsen Massen auf, so sind sie in dem Gewebe der Pflanzen schon mit bloſsem Auge zu sehen, und erscheinen nämlich, als kleine milchweiſse Stellen. Dieses ist besonders häufig bei den Aloe-Arten zu sehen, und dann finden sich an den nebenliegenden Zellen gar keine Krystalle. Bei der Phytolacca decandra hat man, dicht unter der Epidermis, diese Krystalle so häufig beobachtet, daſs die Zellenschicht davon ganz weiſs erschien. Doch erinnere ich mich nirgends mehr Krystalle in den Zellen der Pflanzen gesehen zu haben, als bei alten Rheum- und Cactus-Arten.

Besondere Aufmerksamkeit muſs man der Art der Vertheilung schenken, welche die Krystalle bei ihrem Vorkommen in einer und derselben, oder in verschiedenen Zellen zeigen, denn hierin liegt, wie ich glaube, der Beweis, daſs das Auftreten gewisser Krystallformen in bestimmten Pflanzen und sogar in bestimmten Pflanzentheilen nicht etwas, durch äuſserliche Verhältnisse allein Bedingtes ist, sondern daſs sie offenbar mit zu denjenigen, durch das Leben der Pflanze mittelbar gebildeten und der Art bestimmt angehörigen Gebilden zu rechnen sind.

Zuweilen kommen die Krystalle in den Zellen einzeln vor, d. h. man beobachtet in jeder Zelle nur einen einzelnen Krystall. Bei dem Papyrus Antiquorum ist diese Art des Vorkommens der Krystalle sehr allgemein, doch nicht zu jeder Zeit des Wachsthumes zu beobachten. Aeuſserst selten findet man in einer und derselben Zelle dieser Pflanze 2, oder sogar 3 Krystalle. Besonders merkwürdig möchte hiebei sein, daſs der einzelne Krystall fast immer genau in der Mitte der Zelle liegt und hier gegen die eine Wand derselben gelagert ist. Kommen 2 Krystalle vor, so liegen sie fast regelmäſsig über Kreuz und bilden vollkommene Zwillingskrystalle, welche bei einigen Pflanzen so ausgezeichnet schön auftreten, und eben so

Digitized by Google

ist es bei drei Krystallen, welche in einer und derselben Zelle vorkommen, wovon zwei gewöhnlich einen Zwillingskrystall bilden.

Häufiger kommen mehrere Krystalle in den einzelnen Zellen zu gleicher Zeit vor, und sie liegen dann entweder zerstreut, ganz ohne alle Regel, in den Zellen umher, oder sie treten mehr oder weniger regelmäfsig gruppirt auf.

Bei der Urania speciosa sind die Krystalle ebenfalls sehr regelmäfsig gruppirt, dagegen liegen sie in den Zellen der Maranta Zebrina höchst unregelmäfsig.

Bei den Tradescantien-Arten, welche überhaupt sehr reich an Krystallen sind, findet es sich ebenfalls sehr häufig, dafs viele dieser Krystalle von mehr oder weniger gleicher Gröfse und von gleicher Form in einer und derselben Zelle vorkommen, während in anderen Zellen fast regelmäfsig immer nur einzelne Krystalle auftreten.

Am häufigsten kommt aber der Fall vor, dafs viele Krystalle von einem nadelförmigen Ansehen und von vollkommen gleicher Gröfse und Form bündelweis vereinigt im Inneren der einzelnen Zellen auftreten. Dieses sind die sogenannten spiefsigen Krystalle, welche man z. B. in Fig. 3 Tab. V. in der Zelle bei a, a, aus der Agave mexicana bemerkt. Wir werden später über die Form dieser Krystalle sprechen; hier nur Einiges noch in Bezug auf ihr Auftreten:

Meistens sind es nur einzelne Zellen in dem Parenchyme der Pflanzen, welche in ihrem Inneren ein solches Bündel von gleich langen und gleich geformten Krystallen enthalten; das Bündel besteht aus 10—20 und noch mehreren einzelnen Krystallen, welche zusammen einen undurchsichtigen Körper bilden. Es liegen diese Krystalle zwar mit ihren ganzen Seitenflächen neben einander, doch eine innigere Verbindung findet zwischen denselben nicht statt, wenigstens fallen sie sogleich aus einander, sobald man die Zelle durchschneidet, worin sie bündelförmig gelagert sind. Dieses Auseinanderfallen der Krystalle ist

Digitized by Google

auch die Ursache, weſshalb alle früheren Phytotomen dieſelben zwiſchen den Zellen, alſo in den Intercellulargängen gelagert glaubten. Ich glaube dieſen Irrthum zuerſt berichtet zu haben, ſpäter fand ich aber auch, daſs ſchon Jurine in der, vorhin angeführten Abhandlung das Vorkommen dieſer ſpieſsigen Krystalle in Form von Bündel, im Inneren der Zellen, ganz richtig abgebildet hat; doch hob er die Wichtigkeit dieſer Beobachtung nicht hervor, ja er hielt dieſe Spieſse noch nicht einmal für Krystalle. Macht man ferner Schnitte durch das Gewebe ſolcher Pflanzen, welche dieſe ſpieſsigen Krystalle und nebenbei auch Luftkanäle beſitzen, ſo kommt es zuweilen vor, daſs die Krystalle aus den durchgeſchnittenen Zellen durch den Waſſertropfen, den man auf den Schnitt fallen läſst, abgewaſchen und in die Höhle des Luftkanales geführt werden.

So iſt bekanntlich das Vorkommen von ſpieſsigen Krystallen in den Lufthöhlen der Calla aethiopica von H. Kieſer angegeben und von Buch zu Buch übertragen worden. In dieſem Falle iſt indeſſen das Hineinfallen der loſen Krystalle aus den durchſchnittenen Zellen, in die Höhle des Luftkanales um ſo leichter, da hier einzelne Zellen, mit ſolchen Krystallen gefüllt, aus den Seitenwänden der Luftkanäle weit hervorſtehen *).

Dergleichen ſpieſsige, bündelförmige Krystalle kommen aber in manchen Pflanzen viel länger vor, als die gewöhnlichen Zellen, welche das Parenchym dieſer Pflanzen bilden, und dann ſcheint es, als wenn dieſe langen Krystalle nicht in den Zellen, ſondern zwiſchen den Zellen liegen, oder, wie ſich Andere ausdrückten, daſs ſie durch mehrere Zellen durchſetzen. Doch man unterſuche in dieſen Fällen nur recht genau, und man wird finden, daſs die langen Krystalle ebenfalls jedesmal im Inneren einer Zelle liegen, welche aber viel gröſser, als alle daneben liegenden Zellen iſt, ja dieſe oft um das 20 — 30fache

) S. Meyen's Phytotomie Tab. V. f. 5. d d*.

Digitized by Google

übertrifft und daher das Bündel von so langen Krystallen fassen kann. Ich habe schon früher das Auftreten dieser langen Krystalle aus dem Gewebe einer Aloe dargestellt, aber noch deutlicher ist es in Fig. 3. Tab. V. aus dem Gewebe eines alten Blattes der Agave mexicana zu sehen. Auch ist der Fall nicht selten, dafs an einer und derselben Pflanze sowohl kurze, als lange spiefsige Krystalle auftreten, die Ersteren liegen dann in den kleinen Zellen, während die längeren in ganz besonders grofsen und einzeln gelegenen Zellen befindlich sind.

Wir kommen an diesem Orte zu den Entdekkungen, welche Herr Turpin *) neuerlichst in den Blättern einiger Aroideen gemacht hat, worin er nämlich ganz besondere Organe, welche er Biforines nennt, gefunden zu haben glaubt. Indessen die Sache verhält sich etwas anders, als sie von H. Turpin dargestellt ist. Bei den Aroideen kommen nämlich, wie es in Deutschland schon seit 10 Jahren bekannt ist **), sowohl nadelförmige Krystalle, als Krystalldrusen in den einzelnen Zellen vor, und gerade die Zellen, welche in den Seitenwänden der Luftkanäle sitzen, zeigen Bündel von nadelförmigen Krystallen, wie dieses ja auch durch Hrn. Brongniart ***) an Colocasia odora nachgewiesen ist. In den Blättern von Caladium esculentum, wo eben Hr. Turpin die Hauptentdeckung gemacht hat, da sind diese Zellen mit dem Bündel nadelförmiger Krystalle auffallend länger wie gewöhnlich, und liegen mit der Mitte in der Seitenwand der Luftkanäle befestigt, welche in aufserordentlicher Anzahl das ganze Gewebe des Blattes durchziehen. Die Befestigung

---

*) Observations sur les Biforines, organes nouveaux situés entre les vésicules du tissu cellulaire des feuilles dans un certain nombre d'espèces végétales appartenant à Aroidées. — Ann. des scienc. nat. 1836. II. pag. 1.

**) S. z. B. Meyen's Phytotomie Tab. XII. Fig. 1.

***) Note sur le Colocasia. — Nouv. Ann. du Mus. 1834. T. III. Livr. II.

Digitized by Google

dieser Krystalle-haltenden Zellen ist in der Art, dafs die Zellen mit dem einen Ende in den einen Luftkanal, und mit dem anderen gleichlangen Ende in den daneben liegenden Luftkanal hineinragen, ganz eben so, wie ich es schon an den Querwänden der Luftkanäle der Pontederia cordata nachgewiesen und in meiner Phytotomie auf Tab. V. Fig. 6 bei e abgebildet habe.

Diese Krystalle-haltenden Zellen in den Aroideen zeigen in den erwachsenen Blättern dickere Membranen, als die übrigen daneben liegenden Parenchym-Zellen, doch zeigen sich an den Enden derselben, welche sich sehr oft etwas zuspitzen, verdünnte Stellen. Im Inneren liegt das Bündel von äufserst feinen nadelförmigen Krystallen, und aufserdem ist eine Menge von einer gelblich gefärbten gummiartigen Substanz darin aufgehäuft, welche, wie gewöhnliches Gummi, sehr hygroskopisch ist. Aus diesem Grunde ist die Erscheinung zu erklären, dafs diese Krystalle-haltenden Zellen, die sogenannten Biforines des Hrn. Turpin, an ihren Enden, wo die verdünnten Stellen der Membran vorkommen aufplatzen, wenn man sie in Wasser legt, und dafs nach diesem Aufplatzen, mehr oder weniger schnell, die zarten nadelförmigen Krystalle bald zu dieser, bald zu jener Oeffnung heraustreten, was allerdings bei dem ersten Anblicke wunderbar aber sehr erklärlich erscheint.

Sehr häufig kommen die Krystalle in den Zellen drusenförmig mit einander verwachsen vor. Eine solche Druse besteht aus vielen kleinen Krystallen, meistens aus säulenförmigen, welche mit dem einen ihrer Enden mit einander verwachsen sind. Es ist eine ziemlich bestimmte Regel, dafs immer nur eine solcher Krystalldrusen in einer und derselben Zelle liegt. Auch diese Zellen mit den Krystalldrusen treten im Allgemeinen sehr zerstreuet in dem Zellgewebe der Pflanzen auf, aber es scheint mir, als wären sie allgemeiner vorkommend in den Dicotyledonen, als in den Monocotyledonen. Indessen häufig habe ich beobachten können, dafs diese Krystalldrusen in ge-

Digitized by Google

wissen Reihen von Zellen vorkommen, worin die einzelnen Zellen horizontal über einander liegen, und diese Reihen liegen parallel mit der Längenachse der Pflanze. Solche Reihen sind mehr oder weniger lang, und in jeder Zelle dieser Reihen findet sich eine einzelne Krystalldruse, während in den dicht daneben liegenden Zellen nur gewöhnliche Zellensaft-Kügelchen vorkommen. Hier kann man sehr leicht durch darunter liegende Zellen, welche ebenfalls solche Krystalle führen, getäuscht werden, so dafs man glaubt zwei solcher Krystalldrusen in einer und derselben Zelle zu sehen. Bei den Gattungen Chenopodium, Urtica etc. kann man dieses oft sehr schön sehen.

Bei einigen Pflanzen finden sich mitten im Zellengewebe einzelne Gruppen von Zellen, wovon jede einzelne Zelle eine solche Krystalldruse aufzuweisen hat, während die angrenzenden Zellen davon nichts zeigen. Zuweilen zeigen die Zellen, welche eine solche Krystalle-führende Gruppe bilden, auch eine abweichende Form, und ihre Wände sind ganz besonders zarthäutig. Man findet dieses z. B. in der Rinde von Viburnum Lantana, worin sich, besonders in der grünen Zellenschicht, mehr oder weniger grofse und unregelmäfsige Lücken befinden, welche mit feinerem Zellgewebe angefüllt sind, dessen Zellenform auch von der Form der umgebenden Zellen abweicht. Die einzelnen Krystalle, welche hier mit ihren Spitzen über die Oberfläche der Druse herausragen, sind äufserst fein, und ihre Krystallform ist nicht immer so leicht zu erkennen. Doch nicht selten kommen dann noch einzelne Krystalle in anderen Zellen dieser Pflanzen vor, und an diesen kann man die Form leichter erkennen. Ein ganz ähnliches Auftreten der Krystalle an einzelnen, besonders bezeichneten Gruppen von Rinden-Zellen, ist bei sehr vielen Pflanzen zu beobachten. Aber noch auffallender ist das Auftreten einzelner Krystalldrusen in den Blättern von Ficus elastica. Läfst man nämlich ein altes ausgewachsenes Blatt dieser Pflanze, nachdem es vom Stamme abgeschnitten ist, langsam trocknen, so erheben

Digitized by Google

sich über die obere Blattfläche desselben eine grofse Menge kleiner Höcker, welche in bestimmten, fast ganz regelmäfsigen Entfernungen zum Vorschein kommen. Untersucht man ein frisches Blatt in eben denselben Richtungen, in welchen am trockenen Blatte die Höcker hervortreten, durch Vertikalschnitte, so findet man zwischen den prismatischen Zellen, dicht unter der oberen Blattfläche, etwa in bestimmten Entfernungen von 12—13 Zellen, eine einzelne gröfsere Zelle, welche eine längliche, aber sehr grofse Druse von Krystallen enthält. Hier findet man also eigenthümlich gestaltete Zellen, welche gleichsam zur Aufnahme der Krystalle bestimmt sind, daher kann das Erscheinen derselben in diesen Zellen nicht etwas zufälliges sein.

Eine andere Eigenthümlichkeit ist, in Hinsicht des Vorkommens der Krystalle in gewissen Zellenformen zu bemerken, während sie anderen Zellenformen gänzlich fehlen; ja diese Erscheinung trägt, wie ich glaube, Vieles dazu bei, um die verschiedenartigen Functionen zu erkennen, welche man den einzelnen Zellengruppen beilegen mufs, wenngleich, der Hauptsache nach, die Function der Zellen in allen verschiedenen Gruppen immer dieselbe ist. Die Krystalle, von denen im Vorhergehenden die Rede war, finden sich nämlich in den Zellen des Merenchym's und in denen des Parenchym's, aber niemals findet man Krystalle in den Zellen des Prosenchym's und in denen des Pleurenchym's, noch in den Gliedern der Spiralröhren, obgleich diese Zellenformen so oft ganz dicht neben einander stehen, wobei die parenchymatischen Zellen Krystalle enthielten, während die angrenzende Faserzelle davon keine Spur zeigt. Es fragt sich, wodurch diese so auffallende Erscheinung zu erklären sein möchte, und ich glaube, dafs man hier eine Verschiedenheit in der Function dieser, so verschieden geformten Zellen annehmen mufs, denn dafs sowohl die einen als die anderen dieser Zellen einen und denselben Nahrungssaft erhalten, das ist als ganz gewifs anzunehmen. Die Parenchym-Zellen sind

Digitized by Google

aber die eigentlichen Secretions-Organe in den Pflanzen, und in ihnen werden jene Säuren, welche zur Bildung der Krystalle erforderlich sind, gebildet, während die langgestreckten Zellen, welche zur Classe des Prosenchym's und zur Classe des Pleurenchym's gehören, offenbar weniger als Secretions-Organe auftreten, sondern ziemlich ganz allein zur Fortführung der Säfte und zur Organisirung derselben dienen möchten.

In den früheren phytotomischen Schriften habe ich die Ansicht aufgestellt, dafs die Krystalle nur in solchen Zellen des Merenchym's und des Prosenchym's auftreten, welche keine Zellensaft-Kügelchen enthalten, oder dafs Zellen, welche Zellensaft-Kügelchen enthalten, keine Krystalle zeigen, und so wieder umgekehrt. Meine neueren Beobachtungen haben mich dagegen gelehrt, dafs diese Behauptung zu allgemein ist, und dafs sie eingeschränkt werden mufs. Die spiefsigen Krystalle, welche bekanntlich in Form von Bündeln in den Zellen auftreten, zeigen gewifs niemals andere Gebilde in einer und derselben Zelle neben sich; mit spiefsigen Krystallen kommen demnach niemals Zellensaft-Kügelchen vor, und fast eben so gewifs möchte ich dieses auch in Bezug auf die Krystalldrusen aussprechen, denn auch hier ist es mir noch nicht geglückt, in eben derselben Zelle Zellensaft-Kügelchen zu beobachten, worin eine Krystalldruse vorkommt. Daher kann ich Hrn. Turpin's Angabe *) nicht beistimmen, dafs sich diese Krystalldrusen um die Zellensaft-Bläschen ansetzen, und dafs sie zu ihrer Bildung durchaus einen fremden Körper haben müfsten. Ich möchte dafürhalten, dafs die bildliche Darstellung dieses Gegenstandes unrichtig ausgefallen ist.

Dagegen habe ich mich vollkommen überzeugt, dafs bei den Tradescantien, wo in den Zellen eine grofse Menge von säulenförmigen Krystallen vorkommen, dafs hier, besonders im Wurzelstocke der Tradescantia discolor, in ei-

*) Ann. des scienc. nat. Tom. XX. p. 32.

Digitized by Google

ner und derselben Pflanze und zwar neben einander, Krystalle und kleine Amylum-Kügelchen vorkommen, ein Fall der sonst gewifs sehr selten ist. Bei den Cactus-Gewächsen findet man meistens immer drusenförmig verwachsene Krystalle; es kommt jedoch an sehr alten Individuen vor, dafs in manchen Zellen auch einzelne Krystalle liegen, und diese sind dann von derselben Form, wie jene an den Drusen, nämlich vollkommen vierseitige Prismen mit vierseitig zugespitzten Enden. Dergleichen einzelne Krystalle kommen dann mit Zellensaft-Kügelchen zusammen im Innern der Zellen vor.

Im vorhergehenden Abschnitte wurde schon bemerkt, dafs die Krystalle nur in den Zellen der Merenchym's und des Parenchym's vorkommen; wir haben aber auch verschiedene Gruppen von Parenchym kennen gelernt, und auch hier zeigt sich ein bedeutender Unterschied in Hinsicht der Menge der Krystalle, welche in den Zellen der einzelnen Gruppen des Parenchym's vorkommen. Im Allgemeinen kann man aber behaupten, dafs in allen Formen von Parenchym-Zellen Krystalle auftreten, doch in dieser mehr, in jener weniger häufig. Aufserordentlich selten sind z. B. die Krystalle in den sogenannten sternförmigen oder strahligen Zellen, dagegen treten sie sehr häufig mitten zwischen solchen sternförmigen Zellen auf, doch zeigt dann die Zelle, welche den Krystall enthält, eine ganz andere Form, wie man dieses in den Darstellungen dieses Gewebes aus dem Blattstiele der Pontederia cordata sehen kann, welche in den Figuren 3. und 6. Tab. V. zur Phytotomie befindlich sind. Hier sind es grofse ellipsoidische Zellen, welche zwischen den sternförmigen gelegen sind und über die allgemeine Fläche derselben weit hinausragen. Es ist wohl zu bemerken, dafs hier in diesen Scheidewänden der Luftkanäle verhältnifsmäfsig sehr viele Krystalle auftreten, während sie in dem Parenchyme, welches die Seitenwände dieser Luftkanäle in der Pontederia bildet, nur sehr selten auftreten. Vielleicht hängt dieses damit zusammen, dafs die sternförmigen Zellen, welche die

Digitized by Google

Scheidewände der Luftkanäle bilden, meistens schon sehr früh ihren Zellensaft verlieren, dafs sie also gleichsam mehr oder weniger absterben. Wir haben aber auch Fälle kennen gelernt, wo sich die Anzahl der Krystalle in einem Pflanzentheile mehrte, sobald derselbe abgelebt hatte.

Hr. Unger hat die Bemerkung gemacht, als ginge aus meinen Beobachtungen hervor, dafs in den Zellen der Oberhaut keine Krystalle vorkämen, indessen ich habe dieselben in den Zellen der Epidermis von Tradescantia discolor beobachtet und selbst abgebildet. In einem anderen Falle habe ich Krystalldrusen in den Epidermis-Zellen der Begonia maculata abgebildet. Allerdings kommen die Krystalle in den Zellen der Epidermis seltener vor, als in den darunter liegenden Parenchym-Zellen; und im Diachym der Blätter kommen sie wieder seltener vor, als in den Zellen des Blattstieles und der Blattnerven, was auch durch Hrn. Unger*) bestätigt worden ist. Im Diachym der Blätter von Rheum-Arten sind die Krystalldrusen gar nicht selten. Der hauptsächlichste Grund hiervon liegt wohl darin, dafs die Zellen im Diachym der Blätter, wenigstens ein grofser Theil derselben, sehr stark mit grüngefärbten Kügelchen und mit ganzen, unregelmäfsig geformten und grün gefärbten Schleimmassen gefüllt sind, wobei aber, wie schon vorher bemerkt wurde, keine Krystalle auftreten.

Gegenwärtig sind die kleinen Krystalle in den Zellen schon bei einer aufserordentlich grofsen Menge von Pflanzen beobachtet, und, wie ich glaube sagen zu dürfen, so kann es jetzt nicht mehr darauf ankommen, neue Pflanzen zu nennen, welche dergleichen Krystalle ebenfalls enthalten, denn die Erscheinung ist unter gewissen Verhältnissen ganz allgemein, sondern man mufs die näheren Verhältnisse erörtern, unter welchen diese Krystalle auftreten; man mufs ihre Form und ihre chemische Beschaffenheit bestimmen, und zugleich untersuchen, ob eben dieselben Bestandtheile, woraus jene Krystalle bestehen, auch im Bo-

*) Die Exantheme etc. pag. 12.

Digitized by Google

den zu finden sind, auf welchem die Pflanze wuchs. Die chemische Analyse dieser Krystalle zu veranstalten, ist natürlich wegen der überaus kleinen Masse, mit welcher man meistens zu arbeiten hat, sehr schwer, und dadurch mufs denn auch die grofse Verschiedenheit in den Resultaten der Analysen, welche von verschiedenen Chemikern über diese Krystalle gegeben sind, erklärt werden; sie ist aber auszuführen, denn wenn man grofse Massen solcher Pflanzen benutzt, so erhält man auch ziemlich bedeutende Quantitäten jener Krystalle. Zu diesen Untersuchungen müssen die Krystalle mit dem Mikroskope aus den Parenchymmassen ausgesucht werden, oder man mufs die Zellenwände durch Fäulnifs auflösen, und auf diese, ebenfalls höchst schwierige, aber auszuführende Weise, zu den gesonderten Krystallen gelangen, denn eine Analyse derselben, während sie noch mit dem Zellensafte und den umschliefsenden Zellenwänden verbunden sind, kann durchaus nicht als brauchbar anerkannt werden, oder man müfste die Resultate derselben mit der Form der Krystalle übereinstimmend finden. Es wäre sehr wichtig, die Form dieser kleinen Krystalle in allen Fällen ganz genau zu bestimmen, einmal nämlich um daraus die Natur des Salzes abzuleiten, und zweitens einzusehen, ob nicht alle diese, oftmals so verschieden aussehenden Krystalle, wie ich es schon vorhin angegeben habe, dennoch nur einem und demselben Stoffe angehören, oder ob die verschiedenen Krystalle auch verschiedene Bestandtheile haben. Das Erkennen der Krystallformen ist jedoch unter dem Mikroskope ebenfalls aufserordentlich schwer auszuführen, denn man sieht meistens nur die Umrisse solcher durchscheinenden Gegenstände, und Erhabenheiten, wie Kanten und Ecken, sind nur durch vielfaches Drehen und Wenden bei solchen kleinen Krystallen zu erkennen, was aber unter dem Mikroskope nicht so leicht ist. Ganz besonders hinderlich ist der Schatten, welchen die Seiten der Krystalle werfen. Bei allen diesen Schwierigkeiten ist es gegenwärtig aber dennoch gelungen, die verschiedenen Krystallformen, welche im Inneren

Digitized by Google

der Pflanze vorkommen, ziemlich vollständig zu erkennen, wobei es freilich sehr zu Statten kam, dafs alle diese Krystalle von sehr einfacher Form sind.

Bei der speciellen Aufführung über das Vorkommen der verschiedenen Formen von Krystallen in den Zellen der Pflanzen, beginnen wir mit den spiefsigen oder nadelförmigen Krystallen, welche fälschlich mit dem Namen Raphides belegt waren. Die eigentliche Form dieser nadelförmigen Krystalle war früher, bei Anwendung schwächerer Vergröfserung, sehr schwer zu erkennen, und daher auch die verschiedenen Angaben, welche darüber vorhanden sind. Hr. R. Brown *) glaubt, dafs sie cylindrisch mit unkenntlichen Kanten und kurz gestutzten Enden wären. Hr. Raspail beschwert sich, dafs die Raphides bei De Candolle nicht richtig abgebildet wären, denn er hätte sie stets als tetraëdrische Krystalle in ihrem trockenen Zustande beobachtet, was aber ganz gewifs unrichtig ist; ja die langen spiefsigen Krystalle beschrieb Hr. Raspail **) als 6seitige Prismen mit 6seitiger pyramidaler Zuspitzung, andere beobachtete er dagegen richtiger als 4seitige Prismen. Hr. Unger ***) hat die grofsen spiefsigen Krystalle bei der Aloe prolifera untersucht, und giebt an, dafs sie sich in der Form dem Prisma mit scharf zugespitzten Enden näheren. Nach meinen neueren Untersuchungen halte ich die spiefsigen Krystalle für 4seitige rechtwinklichte Säulen mit pyramidalisch zugespitzten Enden, doch habe ich meistens sehr wohl erkennen können, dafs diese Säulen tafelförmig platt gedrückt sind. Am schwierigsten ist es, den Punct der pyramidalischen Zuspitzung an diesen Krystallen wahrzunehmen; es scheint meistens, als wenn die Zuspitzung an den Enden allmählig beginne und keine wirkliche Kante zurücklasse; zuweilen ist dieselbe aber deutlich zu sehen. Gleich im Anfange dieses Capitels wurde die Bemerkung gemacht, dafs die Krystalle

*) On the Sexual Organ etc. p. 23.
**) Ess. de Chim. org. p. 500.
***) Exantheme etc. p. 12.

Digitized by Google

der Pflanzen nicht in den Intercellulargängen vorkommen. Die Agaven sind Pflanzen der Art, welche die spiefsigen Krystalle im Inneren der Zellen in sehr grofser Menge zeigen; in Fig. 3. Tab. V. habe ich eine Darstellung von dem Vorkommen dieser Krystalle gegeben, welche immer gröfser aufzutreten scheinen, je gröfser oder je älter die Agave-Pflanze ist. Aufser diesen sehr feinen nadelförmigen Krystallen, kommen jedoch in dem Gewebe dieser Pflanze noch andere verhältnifsmäfsig sehr grofse Krystalle vor, welche scheinbar zwischen den Zellen liegen und zwar einzeln, nur in seltenen Fällen zu zwei mit einander verwachsen. Als ich diese eigenthümlichen Körper in den Blättern der Agaven auffand, hielt ich dieselben *) für eigenthümliche Zellen von krystallinischer Form, denn ich hatte beobachtet, dafs diese Zellenwände, selbst nach der Einwirkung der stärksten Säure, zurückblieben. Einige botanische Schriftsteller, ich nenne nur Hrn. G. W. Bischoff, welche nur die Abbildung dieses Gegenstandes in meiner Phytotomie gesehen, ohne die Erklärung dazu im Texte nachzulesen, haben mit Unrecht angeführt, dafs ich selbst Krystalle zwischen den Zellen abgebildet hätte, und dennoch behaupte, dafs die Krystalle nur in den Zellen vorkommen. Gegenwärtig bin ich über diesen Gegenstand im Reinen; diese einzeln vorkommenden Krystalle bei den Agaven sind nicht zwischen den Zellen liegend, sondern sie liegen ebenfalls jedesmal in den Zellen. Doch diese Zellen haben ziemlich genau eben dieselbe Gröfse und Form, welche den einzelnen Krystallen selbst zukommt. So wird also jeder dieser Krystalle mehr oder weniger genau von seiner Zelle umschlossen. Am leichtesten überzeugt man sich von der Richtigkeit dieser Angabe, wenn man die gedachten Krystalle durch Fäulnifs aus dem Zellengewebe der Agaven trennt; unter diesen Verhältnissen wird man, noch lange Zeit hindurch, ganz deutlich die Zellenmembran unterscheiden können, welche diese einzelnen

*) S. Phytotomie p. 56.

Digitized by Google

grofsen Krystalle umschliefst; oft ist der Krystall nicht so lang als die Zellen, welche alsdann doch eben so schmal weiter fortläuft. Hat man sich hiervon erst auf die angegebene Weise überzeugt, so findet man die umschliefsenden Zellenwände auch in der lebenden Pflanze vermittelst feiner Längenschnitte. Betrachtet man den Raum, welchen eine solche, den Krystall führende Zelle einnimmt, so wird man denselben wohl eben so grofs als den in den einzelnen angrenzenden Merenchym-Zellen finden; daher möchte ich glauben, dafs der Krystall es ist, welcher die einzelne Zelle in die Länge ausdehnte, und die Zelle dehnt sich immer länger, je gröfser der Krystall wird, was bekanntlich mit zunehmendem Alter der Pflanze auch immer weiter fortgeht. Die Form dieser einzelnen Krystalle ist ebenfalls sehr einfach, und nur wenig von derjenigen der spiefsigen Krystalle in eben derselben Pflanze verschieden; es sind nämlich 4seitige Säulen, mehr oder weniger stark tafelförmig, aber mit zugeschärften Enden versehen, während die anderen Krystalle 4seitig zugespitzt sind. Man kann hieraus schliefsen, dafs diese verschieden geformten Krystalle ein und derselben Substanz angehören. Sehr oft sieht man ganz deutlich, dafs die Säule dieser Form etwas geschoben ist, und es ist auch nicht selten, in diesem Falle Zwillingskrystalle zu finden. Die Analysen, welche man an diesen spiefsigen Krystallen verschiedener Pflanzen angestellt hat, gaben sehr verschiedene Resultate; offenbar können wir noch nicht ganz bestimmt sagen, welche von denselben die allein richtige sei. Buchner's *) Untersuchung ist die älteste; er fand, dafs die spiefsigen Krystalle der Meerzwiebel aus phosphorsaurem Kalke bestehen, dafs ihnen aber auch der scharfe Stoff der Meerzwiebel anhänge, indem er sich durch Digeration mit Weingeist davon trennen lasse. Man möchte hiebei auch an Jurine's Erfahrung erinnern, indem derselbe auf der Haut des Gesichts eine leichte Entzündung bemerkte,

*) Dobereiner's Neues Jahrb. d. Pharm. 1. p. 11.

Digitized by Google

nachdem er sich dasselbe zufällig mit dem Finger gerieben, an welchem noch mehrere Krystallchen sitzen geblieben waren. Nach Raspail*) bestehen diese Krystalle aus kleesaurem Kalke, worin auch verschiedene andere Beobachter übereinstimmen. Eine interessante Untersuchung dieses Gegenstandes haben wir dagegen neuerlichst durch Hrn. F. Nees v. Esenbeck**) erhalten; er untersuchte die grofsen spiefsigen Krystalle einer alten Aloe arborescens, und machte die Entdeckung, dafs dieselben aus einem Doppelsalze, nämlich aus Kalk, Magnesia und Phosphorsäure bestehen, ganz aus eben denselben Bestandtheilen, woraus er schon früher die Zusammensetzung der Krystalle von Mirabilis longiflora nachgewiesen hat ***). Herr Nees von Esenbeck untersuchte damals auch die Erde, woraus die Mirabilis-Pflanze genommen war, und fand in derselben ebenfalls das genannte Doppelsalz. Es möge erlaubt sein, gegen das Resultat jener Analyse einige Zweifel zu erheben, denn es wäre unbegreiflich, wie jenes unlösliche Doppelsalz aus der Erde in die Pflanze übergehen sollte. Aber auch von chemischer Seite lassen sich Zweifel gegen das Vorhandensein der Phosphorsäure in jenen Krystallen aufstellen, und vor Allem ist gegen diese Analyse einzuwenden, dafs durch Digeration der genannten Wurzel mit Salpetersäure, nicht nur die wirklichen spiefsigen Krystalle aufgelöst worden sind, sondern auch alle übrigen Erden und Alkalien, welche in der Wurzel vorhanden waren, und dadurch mag der Gehalt an Kalkerde und Phosphorsäure entstanden sein. Ich habe später die spiefsigen Krystalle der Agaven auf verschiedene Weise untersucht und mich von dem Fehlen der Phosphorsäure in denselben vollständig

---

*) Expér. de Chimie microscopique p. 204. Nouv. observat. sur les crist. calc. d. tissu des végét. vivans. — Mém. de la Soc. d'Hist. nat. T. IV. p. 13. — Literaturblätter für reine und angewandte Botanik. Nürnberg 1828. Bd. 1. Heft 1. p. 117.

**) Flora von 1835 p. 411.

***) S. Buchner's Repertorium Bd. 42. p. 106.

Digitized by Google

überzeugt. Durch Glühen werden sie einmal in kohlensauren Kalk umgewandelt, und getrennt aus ihren umschliefsenden Zellengeweben, was durch Mineration ziemlich vollständig gelingt, geben sie bei der chemischen Untersuchung auf nassem Wege keine Spur von Phosphor-Säure.

Die nadelförmigen Krystalle sind wohl am häufigsten beobachtet; ich selbst habe die kurzen Krystalle von dieser Form, welche gewöhnlich die Länge einer kleinen Parenchym-Zelle besitzen, bei einer grofsen Menge von Gattungen beobachtet *).

Die langen nadelförmigen Krystalle, welche länger als die gewöhnlichen Parenchym-Zellen sind, wefshalb man früher nicht glauben wollte, dafs sie ebenfalls im Inneren der Zellen liegen **), kommen nicht so häufig, als die kleinen nadelförmigen Krystalle vor. In einigen Pflanzen jedoch, wie z. B. in den Blättern der Agave-Arten, kommen im hohen Alter derselben nur grofse spiefsige Krystalle vor, während dieselben in ganz jungen Pflanzen der Art noch sämmtlich zu den kleinen, oder kurzen spiefsigen Krystallen zu zählen sind. Es scheint demnach, als wenn sich auch diese Krystalle allmählig vergröfsern, und dafs auch die Zelle, worin sie enthalten sind, mit der Vergröfserung der Krystalle gröfser wird, doch müssen hierüber wohl noch besondere Untersuchungen angestellt werden. In allen anderen bekannten Fällen kommen lange nadelförmige Krystalle und kurze nadelförmige Krystalle in einer und derselben Pflanze vor, und ich selbst habe dergleichen bei den Gattungen Aloe, Listera, Tritoma und Bulbine beobachtet, und Hr. Treviranus ***) hat sie bei Cypripedium und Neottia gefunden, sie scheinen demnach wohl den Orchideen sehr allgemein zuzukommen.

Nach den nadelförmigen Krystallen treten die sternförmigen Krystalle, oder die sogenannten Krystalldru-

*) S. Meyen's Phytotomie p. 171.
**) S. Fig. 3. Tab. V.
***) Physiol. I. p. 47.

sen, am häufigsten in den Zellen der Pflanzen auf. Es scheint, als wenn das Auftreten dieser Krystalle häufiger bei den Dicotyledonen stattfindet, während die spiefsigen Krystalle allgemeiner bei den Monocotyledonen erscheinen, was auch neuerlichst Hr. Link bestätigt hat.

Es war schon schwer, die spiefsigen Krystalle zu bestimmen, aber fast noch schwerer ist es, die Form der einzelnen Krystalle zu erkennen, welche dergleichen Drusen durch Zusammenwachsung bilden; nur mit einem Theile ihrer Enden wachsen sie über die undurchsichtige Masse hinaus, und an diesen Theilen mufs ihre Form beobachtet werden. Mehrere Botaniker wollen an diesen Krystallen eine sechsseitige Säulenform beobachtet haben; Hr. Mohl*) giebt dagegen an, dafs er sie als vierseitige rechtwinklige Säulen mit pyramidalisch zugespitzten Enden beobachtet habe. Eine solche vollständig vierseitig prismatische Krystallform mit pyramidalisch zugespitzten Enden beobachtete ich schon einmal, vor vielen Jahren, in einer einzelnen Zelle des Cactus triangularis; der Krystall war von aufserordentlicher Gröfse und lag ganz einzeln in der Zelle. Weniger grofse und weniger leicht zu erkennende Krystalle kommen in den Zellen dieses Cactus häufiger zu 2 bis 3 Stück in einer und derselben Zelle vor, man wird sich aber sehr bald überzeugen, dafs sie von derselben Krystallform sind, welche in anderen Zellen dieser Pflanze zu ganzen Drusen zusammengewachsen auftreten. Zuweilen setzen sich einige ganz kleine Krystalle auf die Seitenflächen eines solchen grofsen Krystall's. Malpighi**) hat schon eine solche Druse von Krystallen aus den Blättern der Opuntia beobachtet und abgebildet, er erkannte aber die Natur dieses Gebildes nicht, und mir blieb es vorbehalten, auf diese Art der Krystalle in den Pflanzen zuerst aufmerksam zu machen.

*) De struct. palmarum pag. XXVIII.
**) Opera omnia I. p. 36. Tab. XX. Fig. 105. C.

Digitized by Google

Diese Drusen sind es auch, welche in den Zellen der Rhabarber-Wurzel vorkommen und eine und dieselbe Krystallform mit jenen aus den Cactus-Gewächsen zeigen, nur scheinen mir die Krystalle im Rhabarber etwas schärfer zugespitzt zu sein. Bekanntlich hält man die Rhabarber-Wurzel um so besser, je mehr man weifse Pünktchen in derselben antrifft, und diese weifsen Pünktchen sind nichts Anderes, als solche angegebene Krystalldrusen, welche nach Scheele's *) herrlicher Untersuchung aus sauerkleesaurem Kalke bestehen. Ein Pfund indischer Rhabarber gab $3\frac{1}{2}$ Loth dieser sogenannten Rhabarbererde. Diese Krystalle des Rhabarbers, so wie diejenigen der Cactus-Arten wurden von Neuem untersucht und ihre Zusammensetzung aus sauerkleesaurem Kalke bestätigt. Herr Turpin hat eine Beschreibung der Krystalle aus dem Cactus peruvianus gegeben, und die Untersuchung dieser Krystalle von Chevreul gab ihre Zusammensetzung aus sauerkleesaurem Kalke, ganz nach Art der Scheele'schen Analysen. Oxalsaurer Kalk zeigt jedoch, künstlich bereitet, keine Krystallform.

Von besonderem Interesse möchte dagegen folgende Beobachtung sein, worauf ich durch Hrn. Prof. G. Rose aufmerksam gemacht worden bin. Nämlich die Krystalle der Drusen, welche in einem sehr alten Stamme einer Opuntia vulgaris vorkamen, zeigten ebenfalls, wie jene Krystalle aus Cactus triangularis, C. truncatus, C. alatus u. s. w. vierseitige rechtwinkeligte Säulen, doch waren die Zuspitzungsflächen bei den Krystallen der Opuntia auf die Kanten gesetzt, während sie bei den Krystallen der anderen Cactus-Gewächse von den Flächen ausgingen. Um die Krystalle zur chemischen Untersuchung zu erhalten, habe ich dieselben mittelst Maceration aus einer hohen und 10jährigen Opuntia geschieden; ich erhielt im

*) Sämmtliche physische und chemische Werke. II. Berlin 1793. p. 361. und in Crell's Anal. 1785. 1. B.

Digitized by Google

Ganzen etwa 10—11 Gran, aber bei allen diesen unzählbaren Krystallen fand ich immer eine und dieselbe Art der Zuspitzung. Es kommt also in den Pflanzen vor, dafs ein und dasselbe Salz bei verschiedenen Arten Abweichungen in der Krystallform zeigt, und diese Abweichungen sind ganz in der Art, wie die, wodurch sich Zirkon und Hyacinth von einander unterscheiden. Im Cactus triangularis, wo die Krystalle von der Zirkonform sind, da finden sich zuweilen auch die schönsten Kreuzkrystalle; ich beobachtete einen, an welchem der eine Arm doppelt so lang als die übrigen waren.

Die rhomboedrische Form der Krystalle in den Zellen der Pflanzen gehört zu den wenigen, welche ich schon seit längerer Zeit mit ziemlicher Gewifsheit erkannt habe; es wäre indessen leicht möglich, dafs es dennoch zum Theil geschobene Säulen sind, denn diese beiden Formen sind, unter dem Mikroskope, oft sehr schwer zu unterscheiden.

Man findet nämlich bei sehr vielen vollkommeneren Pflanzen, hauptsächlich in den Blattstielen, so wie auch in den Blättern, dafs die Reihen der Zellen, welche unmittelbar neben dem Holzbündel liegen, und meistens sehr regelmäfsig prismatisch gestaltet sind, eine Menge von grofsen Krystallen zeigen. Gewöhnlich ist die Längendimension bei diesen Zellen nicht viel bedeutender, als die Breitendimension, und jede dieser Zellen ist meistentheils mit einem einzelnen grofsen Krystalle gefüllt, welcher am häufigsten die Form des Rhomboeder's zeigt; doch sind in anderen Fällen auch Abkantungen, Entscheitelkantung und Verschwinden der Kernflächen bei diesen Krystallen zu beobachten, eben so vielfach verschieden, wie es die rhomboedrischen Krystalle des Kalkspaths zeigen. Die Regel ist bei der ausgewachsenen Pflanze, dafs diese einzelnen Krystalle so grofs sind, dafs sie die Zelle, worin dieselben vorkommen, fast ganz, oder doch mehr oder weniger ausfüllen, und nur selten kommen mehrere sol-

Digitized by Google

cher Krystalle in einer und derselben Zelle vor; ist dieses aber der Fall, so pflegt der eine Krystall sehr grofs zu sein, während der andere nur klein bleibt. Sehr deutlich beobachtet man diese rhomboedrischen Krystalle in dem Blattstiele von Cycas revoluta, bei den Mimosen, Acacien, und in hundert anderen Fällen.

In dem Blattstiele von Hoya carnosa habe ich dergleichen rhomboedrische Krystalle sehr grofs und in grofser Anzahl beobachtet, so dafs hier mir über die Form derselben, wenig Zweifel übrig blieb. Interessant ist die Zusammensetzung der Krystalldrusen aus den Tafeln rhomboedrischer Krystalle zu verfolgen. Diese Tafeln legen sich entweder zu zwei von gleicher Gröfse über Kreuz, oder es legen sich mehrere kleinere Krystalle auf einen grofsen; aber immer findet hiebei eine gewisse Regel statt, so dafs die Spitzen der einzelnen Krystalle über die Oberfläche der ganzen Druse hinausragen. Nirgends kommen häufiger Zwillingskrystalle in den Pflanzen vor, als gerade bei dieser Krystallform. Am häufigsten kommen dergleichen rhomboedrische Krystalle in den Zellen der Rinde bei Bäumen und Sträuchern vor; ja man kann sehr oft beobachten, dafs die Krystalle in den Zellen der äufseren Rindenschichten von rhomboedrischer Form sind, während die in den inneren Rindenschichten als Drusen von vierseitigen Prismen auftreten und aus jenem genannten Salze von Kalkerde und Kleesäure bestehen. Es scheint, als wenn die rhomboedrischen Krystalle aus Kalkspath bestehen; sie lösen sich in Salpetersäure sehr bald, doch habe ich kein Aufbrausen bemerkt. Gerade diese Säuren, nämlich die Kleesäure und die Kohlensäure, welche auch in ihrer Zusammensetzung so ähnlich sind, treten am häufigsten in der Substanz der Pflanzen auf.

Bei dieser Gelegenheit mache ich zugleich auf eine Beobachtung der Art aufmerksam, welche schon der berühmte Scheele *) angiebt. Bei Gelegenheit des Aufsu-

*) l. c. II. p. 372.

Digitized by Google

chens der Rhabarbererde (Kleesaure Kalkerde) fand nämlich Scheele, dafs die Krystalle in der Oberfläche der Rinde von einigen Bäumen eine kohlensaure Kalkerde enthielten. Diese wie die früheren schönen Untersuchungen der Rhabarbererde sind bisher leider von den Botanikern übersehen worden.

Aufser den octaedrischen Krystallen, welche bei den Tradescantien-Arten, vorzüglich in den Epidermis-Zellen der Tradescantia discolor auftreten, findet man in eben denselben Pflanzen noch sogenannte spiefsige Krystalle von der angegebenen Form, und in anderen Zellen auch einzeln liegende, in mehr oder weniger grofser Anzahl vorkommende Krystalle, welche die Form von regelmäfsigen rechtwinklichen Säulen, mit vierseitig zugespitzten Enden zeigen. Unter der grofsen Anzahl solcher Krystalle, welche oft in einer und derselben Zelle ohne alle Regel umherliegen, findet man einige, deren Körper bedeutend länger, als bei andern ist, ja bei manchen dieser Krystalle verschwindet er fast ganz und dadurch erhalten sie, von den Enden gesehen, die Form eines quadratischen Octaëders; ja es könnte sein, dafs die Octaëder in diesen Pflanzen immer nur solche vierseitige Prismen sind, von denen die Seitenflächen fast ganz verschwunden sind. Auch bei diesen Krystallen kommen Zusammenwachsungen mehrerer Krystalle vor, und diese Formen sind dann nicht so leicht unter dem Mikroskope zu erkennen, am schönsten aber erscheinen hier wahre Zwillingskrystalle, welche in der Form der Kreuzkrystalle auftreten, und bewunderungswürdig schön aussehen. Zuweilen scheinen diese säulenförmigen Krystalle ohne alle Zuspitzung aufzutreten, sie mufs wenigstens so gering sein, dafs sie des Schattens wegen nicht mehr zu erkennen ist. Hier kann man bei aller Verschiedenheit, welche die einzelnen Krystalle in einer solchen Zelle zeigen, dennoch mit Bestimmtheit annehmen, dafs sie sämmtlich einem und demselben Salze angehören, und es ist sehr wahrscheinlich, dafs auch die-

Digitized by Google

ses Salz mit jenem des Rhabarbers ein und dasselbe ist; nämlich kleesaurer Kalk.

Es scheint demnach, dafs die meisten Krystalle, welche in den Zellen der Pflanzen auftreten, aus kleesauerem Kalke bestehen; selbst in Pflanzen, welche sehr vielen weinsteinsauren Kalk enthalten, kommt dieser niemals in Form von Krystallen vor. Man kann hierüber mit einiger Gewifsheit sprechen, indem die Krystalle des weinsteinsauren Kalkes eine sehr auffallende Krystallform zeigen. Der Grund, dafs der weinsteinsauere Kalk nicht krystallinisch in den Pflanzen vorkommt, möchte in der gröfseren Lösbarkeit desselben zu suchen sein. Ebenso sind die Verbindungen der Kalkerde mit Citronensäure, Apfelsäure u. s. w. leicht löslich in Wasser und kommen daher nicht krystallinisch in den Pflanzen vor. Sehr wahrscheinlich ist es mir dagegen, dafs schwefelsaurer Kalk in den Pflanzen-Zellen krystallinisch vorkommt, und zwar in der Form des Gypsspath. Die überaus kleinen und niedlichen Krystalle, welche in den Zellen der Gattung Maranta erscheinen, wahrscheinlich auch die bei der Gattung Musa, Urania u. s. w. möchten dem Gypsspathe angehören. Diese Krystalle sind geschobene rektanguläre Säulen, die fast immer in der Hauptaxe stark verlängert sind; Hemitropieen sind bei diesen Krystallen in der Gattung Maranta ganz gewöhnlich. Wenn die genannten Pflanzen ausgewachsen sind, so kommen diese Krystalle in den Zellen in grofser Menge vor; sie liegen gewöhnlich ohne alle Regel in den Zellen umher, einzelne sind gröfser, andere sind kleiner, und in Salpetersäure lösen sie sich allmälich vollkommen. Es kann sein, dafs viele von den Krystallen, welche ich früher unter den rhomboedrischen aufführte, ebenfalls hieher gehören, und auch aus Gyps bestehen; bei ihrer Auflösung in Säuren konnte ich wenigstens kein Aufbrausen beobachten. In den genannten Pflanzen, wo diese Gypskrystalle vorkommen, da habe ich nur noch ganz feine nadelförmige Krystalle gefunden, und diese könnten hier vielleicht ebenfalls aus schwefelsaurer Kalkerde be-

Digitized by Google

stehen. Vielleicht ist das Auftreten dieser schwefelsauren Kalkverbindung nur in dem gänzlichen Fehlen der Kleesäure begründet; wo diese vorhanden ist, da treten natürlich kleesaure Kalkverbindungen auf.

Ueberhaupt bin ich der Hoffnung, dafs künftige Untersuchungen bestätigen möchten, wie die krystallinischen Substanzen, welche in den lebenden Pflanzen auftreten, sich auf wenige Stoffe mehr, als auf kleesaueren, schwefelsauren, kohlensauren Kalk und auf Kiesel beschränken. Sollte nicht auch kieselsaurer Kalk krystallinisch in den Pflanzen gefunden werden?

Schon früher (p. 230) habe ich umständlich nachgewiesen, dafs die, einzeln vorkommenden Krystalle in dem Gewebe der Agaven-Blätter, nicht in den Intercellular-Gängen, sondern gleichfalls in den Zellen selbst liegen, und eben dasselbe kann ich gegenwärtig von den langen zugespitzten Krystallen angeben, welche unter so höchst eigenthümlichen Verhältnissen, nämlich in den Querwänden der Luftkanäle bei der Pontederia cordata vorkommen, so dafs sie mit dem einen Ende in die eine Abtheilung des Luftkanales und mit dem andern Ende in die andere Abtheilung hineinragen. Ich glaubte früher, dafs diese einzeln vorkommenden Krystalle in den Interstitien jenes sternförmigen Gewebes gelagert wären, welches die Querwände der Luftkanäle bildet; doch auch in diesen Fällen habe ich mich jetzt überzeugt, dafs jene Krystalle immer von einer Zelle umschlossen werden; werden sie sehr lang, so reifst meistens die Zelle, und hie und da sieht man wohl die Spitzen der Krystalle hervorragen. Die Membran der umschliefsenden Zelle liegt aber dem Krystalle so genau an, dafs man dieselbe nur selten mit Leichtigkeit erkennen kann. Die Krystalle scheinen ebenfalls geschobene rektanguläre Säulen zu sein, auffallend verlängert in der Hauptaxe, ganz wie bei dem Gypsspathe; ihre Form ist indessen schwer zu erkennen, weil die umschliefsende Zellenmembran die Schärfe der Kanten verdeckt.

Digitized by Google

Sehr häufig liegen zwei auch wohl drei solcher Krystalle neben einander; dann ist aber immer der eine von ihnen besonders lang.

Zu meiner Phytotomie (Fig. 6. Tab. V.) sind diese Krystalle in ihrer natürlichen Lage, nach einem Längenschnitte aus dem Blattstiele der Pontederia cordata abgebildet. Die Zellenreihen a a, a a etc. sind die Durchschnitte der Seitenwände der Luftkanäle, welche durch die Querwände c c, c c, c c u. s. w., die aus sternförmigem Zellengewebe bestehen, in einzelne Abtheilungen getheilt werden, die jedoch unter sich durch die Interstitia, d. h. die erweiterten Intercellulargänge des sternförmigen Zellengewebes, in offener Communication stehen. Einzelne dieser Zwischenräume sind mit jenen zugespitzten Krystallen ausgefüllt, und diese Krystalle ragen mit den Enden in die Luftkanäle hinein, wobei sie immer mit der Hauptachse der Pflanze parallel gelagert sind. In Fig. 11. Tab. II. findet sich eine Abbildung jenes sternförmigen Zellengewebes der Pontederia nach einer 420maligen Vergröfserung; bei k ist ein solches Interstitium, durch welches ein solcher grofser spiefsiger Krystall mit seiner umschliefsenden Zelle gelagert war.

Es giebt indessen in der That einige Fälle, wo sich Krystallmassen aufserhalb der Zellen entwickeln; und zwar findet man diese bei den vollkommenen Pflanzen in den Luftkanälen. Bei Myriophyllum spicatum z. B. findet man nicht selten, dafs die Fläche der Zellenwände, welche die Luftkanäle in dem Stengel der Pflanze bilden, mehr oder weniger stark mit kleinen Drusen äufserst feiner und zugespitzter Krystalle besetzt ist. Diese Krystalle scheinen aus kohlensaurem Kalke zu bestehen, sie brausen auf bei der Behandlung mit Säuren. Die Anzahl dieser Drusen, welche sich unter den angegebenen Verhältnissen darstellen, wird immer gröfser, je älter die Pflanze ist, und je kalkhaltiger das Wasser ist, worin dieselbe wächst. Diese Krystalldrusen sitzen also nicht in den Zellen der Wände der Luftkanäle, sondern sie sind auf der äufseren Fläche

Digitized by Google

der Zellenwände befestigt, und ragen also in die Höhle der Luftkanäle hinein. Hier bleibt in der That nichts Anderes übrig, als anzunehmen, dafs ein durchschwitzen der Salzmasse durch die Zellenwände statt findet; wahrscheinlich geht der neutrale kohlensaure Kalk im gelösten Zustande mit dem Wasserdampfe durch die Zellenwände, und krystallisirt daselbst nach dem Verluste eines Theiles der Kohlensäure.

Diese niedlichen Krystalldrusen in Myriophyllum wurden durch Herrn Mirbel *) schon sehr früh beobachtet, doch derselbe erkannte nicht die krystallinische Natur dieser Körper und hielt sie für sternförmige Härchen, welche mit denen im Inneren der Nymphaeen zusammen zu stellen wären. In meiner Harlemer Schrift (1834) habe ich diese Gebilde für Krystalle erklärt, und ihr Vorkommen in Fig. 3. Tab. IV. daselbst dargestellt. Herr Treviranus dagegen hat diese Gebilde in seiner Physiologie ebenfalls noch für haarartige Organe erklärt, was aber nicht mit den physischen Eigenschaften derselben übereinstimmt. Fast ganz in derselben Art, kommen dergleichen Krystalldrusen auch auf den Wänden der Lücken bei den Equiseten vor.

Es ist beobachtet worden, dafs in den dicken Schuppen oder Blättern, welche den unterirdischen Theil des Stengels der Lathraea Squamaria bedecken, mehrere, der Länge nach neben einander liegende Lufthöhlen vorkommen. Zwar zeigen diese Luftbehälter nichts von der regelmäfsigen Gestalt, welche sonst den Luftkanälen, besonders den sogenannten zusammengesetzteren Zellen zukommen, indem sie bald gewunden auftreten, bald Vertiefungen, bald Erhabenheiten zeigen; sie sind indessen offenbar auf gleiche Weise, nämlich durch blofses allmäliges Auseinandertreten der Zellenmassen entstanden, und ihre Wände werden später mit eigenthümlichen Drüschen be-

*) Anatomie des naiades. Journ. de Phys. Tab. LIII. p. 64. Fig. 102. Pl. I.

Digitized by Google

deckt. Diese Drüschen sind von zweifacher Form, bald gestielt bald ungestielt; die ersteren, welche sich in meiner Schrift über die Secretionsorgane der Pflanzen, auf Tafel I. Fig. 24. abgebildet finden, zeigen, dafs sie mit einer cylindrischen Zelle auf der Oberfläche des Luftbehälters sitzen, welche daselbst mit a a dargestellt ist. Die Zellen b, b, b, b sind jene Stielchen, auf denen die Drüsen c, c und d, d befestigt sind. Diese Letzteren bestehen aus 2 Zellen, wie es bei d, d und in 3, eben derselben Figur ganz deutlich zu sehen ist; sie haben demnach fast eben denselben Bau, wie die meisten solcher gestielten einfachen Drüsen. Die ungestielten Drüsen dagegen, welche neben den gestielten liegen, sind von der Form eines, der Länge nach durchschnittenen Ellipsoides; sie sind oft dreimal so grofs, als die Köpfchen der gestielten Drüsen und werden ebenfalls aus zwei Zellen gebildet, die der Länge nach zusammengewachsen sind und nur wenig über die allgemeine Oberfläche der Wand hervorragen.

Ich habe schon früher beobachtet, dafs sich in den Lufthöhlen dieser Blätter grofse Stücken von kohlensaurem Kalke vorfinden und ich stellte, aus verschiedenen Gründen die Ansicht auf, dafs dieser Kalk gerade von den Drüsen abgesetzt sein möchte. Mit dem Auftreten des Kalkes im Inneren jener Höhlen hat es seine Richtigkeit, doch mich haben anderweitige Beobachtungen gelehrt, dafs diese Absonderung des Kalkes erst in einer bestimmten Zeitperiode erscheint, denn während der Blüthezeit fand ich in den Schuppen jener Pflanze noch nichts von jener abgelagerten Kalkmasse, welche im späteren Alter der Pflanze oftmals die ganzen Höhlen derselben anfüllt, jedoch konnte man beobachten, dafs schon mehrere der Drüsen auf der Oberfläche des Luftbehälters, mit einem gelblichweifsen Anfluge bedeckt waren, dafs also die Absonderung des Kalkes nach der Höhle zu, schon während der Blüthezeit anfing. Uebrigens ist es ganz wahrscheinlich, dafs sich auch hier das frühere oder spätere Auftreten der Kalkmasse, so wie dessen Quantum ganz nach der Menge

Digitized by Google

des Kalkes richten wird, welche sich im Boden befindet, worin die Pflanze wächst, wovon überhaupt das Vorkommen der Krystalle in den Pflanzen abhängig ist.

Nachträglich habe ich noch anzuführen, dafs Herr Bowmann beobachtet haben will, dafs zu den, vorhin beschriebenen Höhlen in den Blättern der Lathraea gewisse Oeffnungen führen, welche an der Basis der Blätter vorhanden sein sollen. Es ist mir höchst auffallend, dafs ich diese Oeffnungen, welche zu den Höhlen im Inneren der Blätter führen sollen, nicht habe finden können, und ich habe einige dieser Pflanzen vor der Blüthezeit, und auch einige nach der Blüthezeit zu diesem Zwecke untersucht. An den von mir untersuchten Blättern habe ich, durch wiederholte Querschnitte, welche ich an der Spitze anfing und weiter hinab bis zur Basis führte, ganz bestimmt die blinde Endigung der einzelnen Lufthöhlen des Blattes verfolgen können, und sie zeigte keine offene Communication mit der Luft, daher möchte ich glauben, dafs, wo solche Oeffnungen an der Basis dieser Lufthöhlen auftreten, dieselben durch zu starke Ausdehnung der Masse sich bilden, indem das Zellengewebe, welches früher die Lufthöhle umschlofs, einen zufälligen Rifs bekommt; doch dieses ist nicht der natürliche Zustand. Etwas Aehnliches findet man an dem Mittelstocke eines noch unbekannten Dendrobium's, welches gegenwärtig im botanischen Garten zu Berlin cultivirt wird; dasselbe zeigt in seiner Parenchymmasse mehrere, nach einer gewissen Ordnung gestellte Lücken von aufserordentlicher Gröfse, welche mit Luft gefüllt sind. Bei sehr alten Individuen bemerkt man aber, dafs sich an der Basis hie und da eine kleine Spalte bildet, wodurch die Lücken in offene Communication mit der Luft stehen. Solche Spalten sind jedoch nicht immer vorhanden, und wo sie vorkommen, findet man sie nicht bei einer jeden Lücke, meistens nur bei einer oder bei einigen. An der Spalte ist das Zellengewebe ganz abgestorben!

Der kohlensaure Kalk kommt zuweilen im Inneren

Digitized by Google

der Pflanzen unter ganz eigenthümlichen Verhältnissen vor, besonders wenn das Wasser, worin die Pflanzen wachsen, sehr kalkhaltig ist. So beobachtete ich im vergangenen Sommer eine grofse Menge von Spirogyren-Fäden, welche so eben im Zustande der sogenannten Copulation befindlich waren. Hierbei war eine interessante Abweichung über das Auftreten der rhomboedrischen Kalkkrystalle zu beobachten, indem sich diese, äufserst kleinen Krystalle auf der Oberfläche der grüngefärbten Kügelchen, im Inneren der Conferven-Schläuche ansetzten und zwar in einer ganz regelmäfsigen strahligen Stellung; ja zuweilen setzte sich noch ein zweiter Kranz solcher Krystalle um den ersteren, und dadurch erhielt das Kügelchen oder Bläschen ein äufserst niedliches Ansehen. Sind mehrere solcher Kügelchen oder Sporenbläschen in einem und demselben Schlauche der Conferven, so pflegen sämmtlich mehr oder weniger stark mit Krystallen bedeckt zu sein. Dieses Ablagern der kleinen Kalkkrystalle hatte offenbar seinen Grund in dem starken Gehalte des Wassers an neutralem kohlensaurem Kalke, denn dieses Wasser bedeckte sich auf seiner Oberfläche, in Zeit von einer einzigen Nacht, mit lauter kleinen Krystallen von basischem kohlensaurem Kalke.

So hat auch Herr Pouchet*) in den Zellen der Zanichellia palustris einzelne gröfsere Kügelchen beobachtet, welche mit Spitzen besetzt waren, aber diese Spitzen waren nichts Anderes, als Kalkkrystalle; sie kommen jedoch keinesweges häufig in den Zellen jener Pflanze vor, werden vielmehr ebenfalls nur durch grofsen Kalkgehalt des Wassers veranlafst.

Bei den Charen, wo der kohlensaure Kalk in so grofser Masse auftritt, da legen sich die rhomboedrischen Krystalle ohne alle Regel, theils auf die innere, meistens

*) Sur les globules circulationes de la Zanichellia palustris. — L'Instit. Nro. 92. — Etude des globules circulationes de la Zanichellia palustris L. — Ann. des scienc. nat. Janv. 1835.

Digitized by Google

aber nur auf die äufsere Fläche der Zellenwände, und zuletzt bilden sie dicke Lagen von Kalk, worin keine Krystallformen mehr zu beobachten sind.

Schliefslich führen wir noch das Vorkommen der Krystalle in der Substanz kryptogamischer Gewächse auf; diese Krystalle bestehen meistens aus kohlensaurem Kalke, und sind zuweilen äufserst niedlich und regelmäfsig zu ganzen Drusen zusammengewachsen, wie z. B. die Kalkspath-Krystalle in der Gallertmasse des Hydrurus crystallophorus, worüber Schübler *) sehr ausführlich gehandelt hat. Indessen das Vorkommen der Krystallmassen in dem gallertartigen Gewebe der Nostochineen, besonders der Rivularien, ist eine sehr alte und bekannte Sache. Zur Herbstzeit sind diese Gewächse fast immer mit Krystallen gefüllt.

Das Vorkommen aller dieser Krystalle von kohlensaurem Kalke in den Pflanzen ist ganz leicht zu erklären, indem der Kalk als neutraler kohlensaurer in allen unseren Gewässern im gelösten Zustande befindlich ist; wird demselben ein Theil der Kohlensäure entzogen, was aufserordentlich leicht geschieht, so krystallisirt derselbe als basisch kohlensaurer Kalk. Diese Entziehung der Kohlensäure geschieht aber wohl durch die Pflanze selbst, welche diese Kohlensäure zur Vegetation verbraucht.

Ueber die Function der Prosenchym- und Pleurenchym-Zellen.

In den Parenchym-Zellen haben wir die eigentlichen Organe kennen gelernt, welche die mannigfachsten Stoffe bilden, welche die Pflanzen aufzuweisen haben; sie empfangen den rohen Nahrungssaft, welcher zu jenen Stoffen umgewandelt wird, durch eigenthümliche Organe zugeführt, welche wir in der Form der Prosenchym-, der Pleurenchym-Zellen und der Spiralröhren kennen gelernt haben.

*) Flora v. 1828. No. 5.

Digitized by Google

Die Spiralröhren sind diejenigen dieser Elementarorgane, welche die Leitung des Saftes in Folge ihres Baues am schnellsten bewirken können; die Prosenchym-Zellen und die Faser-Zellen dagegen, obgleich ebenfalls dieser Function vorstehend, führen dieselbe langsamer aus. Die Prosenchym-Zellen bilden, wie wir es pag. 73 kennen gelernt haben, bei den Nadelhölzern und den Cycadeen den gröfsten Theil des Holzkörpers, und die Faser-Zellen haben im Holze der anderen Bäume, so wie bei den vollkommeneren Pflanzen überhaupt, ebenfalls den gröfsten Antheil bei der Bildung des Holzes. Der Holzkörper der Pflanzen ist es aber, in welchem jenes schnelle Aufsteigen der grofsen Menge von rohem Nahrungssafte geschieht, was man zuweilen so deutlich beobachten kann; ja auch die seitliche Fortführung dieses Saftes durch die Wände der genannten langgestreckten Elementarorgane ist ganz deutlich zu erweisen, auch haben wir im Vorhergehenden die Wege kennen gelernt, wodurch eine solche seitliche Bewegung durch die Wände der Prosenchym- und Pleurenchym-Zellen erleichtert wird; es sind dieses die Tüpfel von der mannichfachsten Form, welche die Wände jener Zellen aufzuweisen haben, die selbst in Form von langen Kanälen auftreten, sobald die Wände dicker als gewöhnlich erscheinen. Auch in den Wänden der Spiralröhren sind die Streifen und Tüpfel, welche daselbst so zahlreich auftreten, nichts Anderes, als verdünnte Stellen, welche zum schnelleren Durchgange der fortzuführenden Säfte dienen.

Indessen man darf nicht glauben, dafs der Durchgang der rohen Nahrungssäfte durch die Prosenchym- und Pleurenchym-Zellen so ganz ohne Veränderung desselben vor sich gehe; zwar sieht man fast niemals, dafs im Inneren dieser Zellen Bildungen der Art auftreten, wie wir sie im Inneren der Parenchym-Zellen kennen gelernt haben, denn weder gefärbte Säfte, noch Krystalle finden sich in jenen Zellen, und nur in den kurzen Pleurenchym-Zellen des Holzkörpers kommen zuweilen Amylum-Kügel-

Digitized by Google

chen vor. Man beobachtet aber sehr leicht, dafs sich die Wände dieser Zellen allmälich mit zunehmendem Alter vergröfsern, indem sich neue Schichten der inneren Fläche der Zellenmembran ansetzten, und zu diesen Bildungen wird offenbar der weniger verarbeitete Saft verwendet, welcher im Inneren jener Zellen enthalten ist.

Ueber die Function der Spiralröhren.

So lange die Anatomie der Pflanzen bearbeitet wird, so lange herrscht die gröfste Verschiedenheit in den Ansichten über die Function der Spiralröhren, und dieser Gegenstand ist heutigen Tages noch keinesweges so entschieden abgehandelt, wie wir es wünschen möchten, denn gewifs sind noch viele Botaniker vorhanden, welche unserer Ansicht über denselben eine Menge von Scheingründen entgegenzustellen haben.

Im Allgemeinen herrschten zu allen Zeiten über die Function der Spiralröhren zwei Meinungen; nach der einen Meinung sollen die Spiralröhren Luft führen, dagegen nach der anderen Saft führen *).

Nicht entschieden für die eine oder für die andere dieser Ansichten sprachen sich folgende Autoren aus: Grew war der Meinung, dafs die Spiralröhren zu gewissen Zeiten mit einem wässerigten Dunste gefüllt wären, dafs sie dagegen zu anderen Zeiten nur Luft enthielten. So steigt der Saft, nach Grew's sehr richtigen Beobachtungen, zur Zeit des Frühlinges, wenn die Pflanzen nach dem Anschneiden bluten, in den Gefäfsen des Holzes in die Höhe, im Sommer dagegen, wie zu allen übrigen Zeiten sollen dieselben Spiralröhren nur Luft führen, indem alsdann die neuentstandenen Gefäfse der Rinde das Ge-

*) Herr Kieser hat in seinem Mém. sur l'organ. d. plant. die Namen der älteren Autoren aufgeführt und ihre Werke genau angegeben, welche für die verschiedenen Ansichten über die Function der Spiralröhren geschrieben haben, wesshalb ich hierauf verweisen kann.

Digitized by Google

schäft der Saftführung übernehmen sollen. Diese Angaben stimmen allerdings mit unseren eigenen Beobachtungen über diesen Gegenstand, welche bei unseren gewöhnlichen Pflanzen angestellt sind, ganz genau überein, ich glaube jedoch, dafs man schon hieraus und besonders aus denjenigen Beobachtungen, welche wir noch in der Folge angeben werden, den bestimmten Schlufs ziehen können, dafs die Spiralröhren bestimmt sind, den aufgenommenen rohen Nahrungssaft zu führen, und dafs sie nur dann in ihrer Function sind, wenn sie damit mehr oder weniger gefüllt sind. Findet man dagegen die Spiralröhren mit Luft gefüllt, so ist in ihnen die Function erloschen, welche aber in bestimmten Perioden wiederkehrt oder für immer erloschen bleibt. Aber auch dann noch, wenn die Spiralröhren den Saft enthalten, wird man mehr oder weniger Luft in ihnen beobachten können, ja Hales sah schon, dafs selbst aus dem Stamme einer blutenden Rebe viele Luftblasen aufstiegen, und ebenso wird man in der Luft, welche die Spiralröhren zu gewissen Zeiten füllt, mehr oder weniger Wasserdunst beobachten können. Ueber den Ursprung dieser Luft in der Folge.

Wir haben in dem Abschnitte über das Zellengewebe hinreichend bewiesen, dafs Spiralröhren und Zellen dem Wesen nach eine und dieselbe Structur haben und daraus würde man schon folgern können, dafs sie auch einer und derselben Function vorstehen. Von den Zellen wissen wir es doch ganz gewifs, dafs sie da sind, um Saft zu führen und denselben entweder zu verarbeiten oder weiter fort zu leiten, und dennoch sind die Zellen des Markes stets mit Luft gefüllt, sobald das Mark seine Function verrichtet hat, und so bleiben sie auch, weil hier niemals ihre ursprüngliche Function von Neuem erwacht. Wer wird aber heutigen Tages behaupten wollen, dafs die Zellen des Markes zum Luftführen bestimmt sind? Ganz ähnlich verhält es sich mit den Spiralröhren, und hier sind sogar Fälle bekannt, welche die Saftführung der Spiralröhren für alle Zeiten der Pflanze erweisen, indem man

Digitized by Google

das Ausfliefsen des Saftes aus den zerschnittenen grofsen Spiralröhren mit Hülfe einer Lupe ganz deutlich beobachten kann. Es ist bekannt, dafs Aublet schon in den Wäldern der Guyana die Beobachtung gemacht hat, dafs die Lianen das ganze Jahr hindurch bluten, worunter man bekanntlich den starken Ausflufs des Nahrungssaftes aus der Schnittfläche des Stengels oder der Aeste versteht. Ich selbst habe diese Erscheinung bei sehr verschiedenen Lianen in den Wäldern der Insel Luçon beobachtet, und da hier die Spiralröhren im Stengel dieser Pflanzen so aufserordentlich grofs sind, so war es leicht zu sehen, dafs der ausfliefsende Saft gerade aus den Oeffnungen der durchschnittenen Spiralröhren strömte, und dieses geschieht oft in so grofser Menge, dafs Reisende hiermit zur Noth ihren Durst stillen können. Dieses Ausfliefsen des Saftes aus den Spiralröhren habe ich jedoch auch bei uns, mit Hülfe einer Loupe, an dem Durchschnitte einer blutenden Rebe beobachten können, denn auch hier sind diese Röhren sehr grofs. Herr Dutrochet hat dieselbe Beobachtung gemacht, doch will Bernhardi das Gegentheil gesehen haben; vielleicht hat er zur Zeit beobachtet, wenn das Bluten zu Ende war, oder der Stengel vielleicht von seinem Zusammenhange mit der Wurzel getrennt war. Auch bei der Kürbispflanze habe ich unter gewissen Verhältnissen einen Saft als Inhalt der Spiralröhren beobachtet, welche hier ebenfalls sehr grofs sind. Schneidet man nämlich den Stengel einer alten Kürbispflanze nahe der Frucht quer durch, so kann man mit Hülfe einer guten Loupe bemerken, dafs aus den Oeffnungen der Spiralröhren eine schleimige Flüssigkeit in mehr oder weniger grofser Menge hervortritt; in Zeit von einigen Minuten gerinnt diese ausgeflossene Masse zu einer durchsichtigen Gallerte, in welcher das Mikroskop eine unendliche Zahl äufserst kleiner Moleküle entdeckt, ja selbst im Inneren der Spiralröhren erhärtet diese Masse zu kleinen Tröpfchen. Indessen nicht alle Kürbispflanzen zeigen diesen schleimigen Saft im Inneren der grofsen

Digitized by Google

Röhren, wohl aber die kräftig wachsenden Pflanzen des Riesen-Kürbisses. Auch Moldenhawer *) sah aus den Bündeln von Spiralröhren, welche in dem Stengel der Osmunda regalis befindlich sind, eine mit Luftblasen vermischte Feuchtigkeit sprudeln, welche bei dem gelindesten Drucke noch häufiger austrat. Ich selbst kann diese Beobachtung bestätigen.

Aus der künstlichen Füllung der Spiralröhren mit gefärbten Säften zog man früher den Schlufs, dafs diese Röhren auch im gewöhnlichen Zustande zum Saftführen dienen müfsten; indessen dieser Schlufs wurde alsbald von allen Seiten her angegriffen, und man kann auch jene künstliche Färbung in der That keinesweges als beweisend für die Meinung ansehen, dafs die Spiralröhren Saft führen. Nach den Beobachtungen des Hrn. Link, welche ich nur bestätigen kann, gehen die gefärbten Flüssigkeiten niemals bei unverletzten Wurzelspitzen in die Spiralröhren der Pflanze hinein. Hr. De Candolle **) giebt dagegen allerdings an, dafs er das Eindringen der gefärbten Flüssigkeiten auch bei unverletzten Wurzelspitzen beobachtet habe; er sah dieselben durch Wurzel-Faser-Schwämmchen eindringen, welche sich in der gefärbten Flüssigkeit gebildet hatten. Schade, dafs der Versuch nicht ganz speciell vorgetragen ist, dann würde es wohl noch leichter sein, denselben in Zweifel ziehen zu können.

Da nun jene Färbungs-Versuche keinesweges unumstöfslich die Function der Spiralröhren erwiesen, so sann man auf andere Mittel, um endlich zum Ziele zu gelangen. Hr. Link ***) nahm ganze Pflänzchen mit den Töpfen, worin sie wuchsen, von Rhagodia Billardieri, Begonia divaricata, Stylidium fruticosum u. s. w., und setzte sie in einen Tränker, der mit einer Auflösung von Eisen-

*) L. c. pag. 530.

**) Pflanzen-Physiologie I. p. 70.

***) Ann. des scienc. nat. XXIII. Paris 1831. p. 145, und Elem. phil. bot. Ed. altera I. p. 191.

Digitized by Google

cyankalium in 32 Theilen Wasser gefüllt war. Nach Verlauf von 8 Tagen erhielten sie eine Auflösung von schwefelsaurem Eisen in 32 Theilen Wasser, und schon nach 24 Stunden zeigten die Spiralröhren, sowohl die einfachen als die metamorphosirten, dafs sie mit einer blauen Flüssigkeit gefüllt waren, welche durch die Vereinigung jener beiden Flüssigkeiten entstanden war. Herr Link sah diese Versuche, und gewifs mit allem Rechte, als beweisend für die Saftführung der Spiralröhren an, sie wurden jedoch von Hrn. De Candolle *) ganz anders gedeutet und von Hrn. Treviranus **) sogar in Zweifel gezogen, obgleich die Versuche, worauf er diese gründete, nicht einmal in der Art angestellt wurden, wie sie Hr. Link beschrieben. Beiden Botanikern hat Hr. Link sehr treffend ihre Meinung widerlegt. Ich selbst habe jene Beobachtungen des Hrn. Link an einer grofsen Menge von kräftigen Balsaminen-Pflanzen, an jungen Pflanzen der Vicia Faba und des Mays angestellt, und kann dieselben nicht nur bestätigen, sondern noch auf einige Nebenerscheinungen, welche dabei vorkommen, aufmerksam machen. Die Färbung geschah nicht bei allen Pflanzen, einige starben schon früher, bei der Aufnahme des blausauren Kali's, andere vegetirten dabei ganz gut; war aber die Färbung gut gelungen, so zeigten nicht nur die Spiralröhren einen blauen Inhalt, sondern auch alle Faserzellen und langgestreckten Zellen, welche neben den Spiralröhren gelegen waren und die Holzbündel ausmachten, und hieraus kann man einmal schliefsen, dafs nicht nur die Spiralröhren, sondern auch die übrigen Zellen der Holzbündel den Saft führen, oder auch, dafs der von den Spiralröhren in die Höhe geführte Saft sogleich seitlich, durch die Tüpfel in die angrenzenden langen Zellen geführt wurde, wozu die Tüpfelkanäle, welche in den Wänden dieser Zellen vorkommen, den Weg sehr erleichtern. Uns scheint es jedoch, dafs sowohl

*) Pflanzen-Phys. I. pag. 16.
**) Physiologie I. pag. 193.

Digitized by Google

die Spiralröhren, als auch die übrigen langen Röhren, welche die Holzbündel ausmachen, zur Fortführung des Nahrungssaftes bestimmt sind, und dafs durch die zahlreichen Tüpfel und Tüpfelkanäle, welche unter den mannigfaltigsten Formen in den Wänden jener Organe vorkommen, die seitliche Fortbewegung des aufgenommenen Saftes vor sich geht.

Es giebt noch mehrere andere Thatsachen, welche mehr oder weniger bestimmt erweisen, dafs die Spiralröhren, wenigstens zu gewissen Zeiten, Flüssigkeiten führen; als solche führe ich an das Vorkommen von Zellen im Inneren der Spiralröhren. Diese Zellen sind nicht etwa, Auswüchse an den inneren Wänden der Spiralröhren, sondern es sind ganz für sich bestehende Gebilde, welche doch unmöglich aus der Luft hervorgegangen sein können, welche die Spiralröhren führen sollten. Auch ist es schon öfters von mir und von einigen anderen Phytotomen beobachtet worden, dafs die Spiralröhren zuweilen mit einem gefärbten Safte gefüllt sind, ja dieses ist bei alten schilfartigen Monocotyledonen gar nicht selten zu beobachten. Somit halte ich die Ansicht, dafs die Spiralröhren zur Saftführung in den Pflanzen vorhanden sind, als ganz erwiesen; ich weifs aber auch sehr wohl, dafs in den meisten Pflanzen die Spiralröhren zu gewissen Zeiten nur Luft enthalten; man hat diese Luft aufgefangen und sie sehr sauerstoffhaltig gefunden (Bischoff), Andere dagegen (Focke) fanden dieselbe sehr reich an Kohlensäure, was auch in den verschiedenen Tageszeiten sehr verschieden sein mufs. Die Lage der Spiralröhren ist bekanntlich zwischen den Zellen, und so ist auch die Lage ihrer Enden, welche gleichsam mit den äufsersten Spitzen in die Intercellular-Gänge münden. Je nachdem nun die Spiralröhren Flüssigkeiten oder Gase enthalten, wird ein Theil derselben, welcher im Verlaufe durch die ganze Pflanze noch nicht verbraucht oder umgeändert ist, durch jene Spitzen der Spiralröhren in die Intercellular-Gänge ausgehaucht, und von hier gelangt derselbe in die Athmungshöhlen, um

Digitized by Google

durch die Spaltöffnungen, oder überhaupt von der Epidermis ausgestofsen zu werden. Die Luftarten, welche die Spiralröhren zu gewissen Zeiten füllen, sind jedoch immer sehr reich an Wasserdampf, und aus dieser Quelle mag wohl hauptsächlich die Feuchtigkeit kommen, welche zu jeder Zeit durch die Spaltöffnungen der Pflanze ausgehaucht wird. Man möge doch ja nicht dagegen einwenden, dafs nicht immer Spiralröhren und Spaltöffnungen zusammen vorkommen, denn wo das eine oder andere dieser Organe fehlt, da wird die Function derselben durch andere Theile ersetzt, was sich ja bei jeder Gelegenheit erweisen läfst. Es würde mich weit über die Grenzen dieses Buches führen, wollte ich alle die Gründe und Scheingründe wiederlegen, welche zu der Annahme, als wären die Spiralröhren Luftführende Organe, verleitet haben, doch habe ich über diesen Gegenstand ausführlicher in meiner Harlemer Preisschrift §. 109 gehandelt.

Es ist schon von Malpighi, Leeuwenhoeck, Sprengel und Kieser angegeben worden, dafs sich im Inneren der Spiralröhren, besonders bei den gröfseren punctirten Spiralröhren, kleine Blasen oder Membranen befinden, welche sogar getüpfelt sind, daher man sie poröse Blasen nannte und für luxurirende Production der getüpfelten Membranen der Spiralröhren erklärte. Malpighi nannte sie Pulmonares vesiculae, und Leeuwenhoeck; Tenuissimi membranuli. Hr. Kieser sagt von diesen Gebilden, dafs sie aus den Wänden der grofsen Spiralröhren entspringen, dafs sie oft die ganze Höhlung derselben einnehmen und nur bei den Dicotyledonen gefunden worden sind.

Dieses eigenthümliche Vorkommen von Zellen innerhalb der Spiralröhren ist von vielen Botanikern nicht beobachtet und daher gänzlich bestritten worden, Andere haben dagegen diesen Gegenstand ganz anders aufgefafst und demselben eine ganz verschiedene Deutung gegeben.

Dem scharfäugigen Leeuwenhoeck konnten diese Gebilde am Holze der Eichen, wo sie so ausgezeichnet schön

Digitized by Google

sind, nicht entgehen, und er sagt *) von ihnen: „Fig. 2. EEE, sunt admodum magna sursum tendentia vasa, singulis annis in hoc ligno tempore verno provenientia, incipiente ipsius accremento haec vasa intrinsecus repleta sunt vesiculis quibusdam, compositis ex tenuissimis membranulis, quaeque hic in uno majorum vasorum oblongorum in fig. 3. Ap. LKIM designatur.“ Auch in der Ulme hat Leeuwenhoeck diese Blasen in den getüpfelten Spiralröhren beobachtet, doch kommen sie hier nur sehr selten, im Eichenholze dagegen fast immer vor. Auch Hr. Mirbel **) hat diese Gebilde bei der Ulme beobachtet; er fand im Holze dieses Baumes sehr grofse getüpfelte Spiralröhren, welche er auf Tab. 1. mit aufserordentlich schönen Zeichnungen in vertikaler und in horizontaler Ansicht dargestellt hat, und sie „gros vaisseaux criblés“ nennt.

Wenn man das Holz der Eichen mit einem scharfen Instrumente quer durchschneidet, so bemerkt man schon mit blofsem Auge kleine Oeffnungen, welche in regelmäfsigen Kreisen, jedesmal der inneren Lage des Jahresringes entsprechend, gestellt sind. Diese Oeffnungen sind die Durchschnitte von sehr grofsen getüpfelten Spiralröhren, welche der ganzen Länge nach durch das Holz verlaufen und auf den Spaltungsflächen des Holzes zu verfolgen sind. Die Durchschnitte dieser Spiralröhren sind mehr oder weniger elliptisch oder vollkommen rund, und unmittelbar neben der Wand der Röhre sind die festen und kurzen Pleurenchym-Zellen zu finden, welche die feste Substanz des Holzes bilden; auf denjenigen Seiten, welche den Markstrahlen zu gelegen sind, findet man dagegen die schmalen aber langen Markstrahlen-Zellen unmittelbar an der Wand der Röhre verlaufend und meistentheils darauf Eindrücke zurücklassend. Die getüpfelten Spiralröhren von geringerer Gröfse findet man dagegen in der äufseren Schicht eines jeden Jahrringes des Eichenholzes, und diese

*) Opera omnia. 1722. T. 1. pag. 14.
**) Mém. du Mus. Tom. XVI.

Digitized by Google

sind meistens nur $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{20}$ so grofs, als die grofsen Röhren, welche jedoch, ebenfalls erst mit vorschreitendem Alter eine so aufserordentliche Gröfse erlangen; in zwei-, drei- und fünfjährigen Eichenstämmchen sind die Oeffnungen dieser getüpfelten Spiralröhren noch nicht mit blofsem Auge zu sehen.

Was nun den zelligen Inhalt dieser Röhren anbetrifft, so ist derselbe, wie ich mich gegenwärtig überzeugt habe, in verschiedenen Bäumen und an verschiedenen Stellen einer und derselben Spiralröhre gar sehr verschieden. In den ersten Jahren findet man oftmals sehr regelmäfsiges Parenchym, welches die Höhlung dieser getüpfelten Spiralröhren füllt; in der Röhre eines Stammes fand ich 10 bis 15 Zellen, welche dieselbe in der Breiten-Dimension ausfüllten und auf dem Querschnitte als vier-, fünf- und sechsseitige Zellen zu Gesicht kamen. In anderen Fällen fanden sich nur drei und vier solcher Zellen, welche die Oeffnung der durchschnittenen Röhre ausfüllten, und in alten, ganz ausgewachsenen Stämmen fanden sich meistens nur zwei solcher Zellen neben einander liegend, ja in sehr vielen Fällen wird die ganze Oeffnung mit einer einzelnen Zelle gefüllt, und diese ist dann immer sehr regelmäfsig rund oder ellipsoidisch. Mit Hülfe einer Loupe kann man diese blasenförmigen Zellen aus der Rinne der gespaltenen Spiralröhren entfernen, und man überzeugt sich alsdann, dafs diese blasenförmigen Zellen weder unter sich, noch mit der umschliefsenden Spiralröhrenwand in einer innigen Verbindung stehen, sondern nur noch ganz lose derselben anliegen. Da diese Blasen in dem jungen Eichenholze noch in Form polyedrischer Parenchym-Zellen auftreten, und genau neben einander liegen, so müssen sich dieselben, in Folge der grofsen Ausdehnung der Röhre, mit vorschreitendem Alter von einander trennen, und zuletzt liegen sie oftmals einzeln und ganz frei in der Röhre, und zeigen auf ihrer ziemlich festen Zellenmembran kleine runde oder elliptische Flecken, wel-

Digitized by Google

che man vielleicht ebenfalls für Tüpfel oder verdünnte Stellen ansehen kann.

Hr. Schultz *) war der erste Botaniker, welcher diese grofsen, mit Zellen gefüllten Röhren des Eichenholzes nicht für metamorphosirte Spiralröhren, oder überhaupt als gar nicht zu den Spiralröhren gehörig erklärte, und hierin bin ich selbst in meiner Phytotomie gefolgt; ich hielt dieselben für lange Kanäle, welche mit Zellengewebe gefüllt wären, beschränkte indessen ihr Vorkommen ganz allein auf das Eichenholz. Auch Herr G. W. Bischoff **) hat jene irrige Darstellung dieses Gegenstandes ganz nach Hrn. Schultz Ansicht aufgenommen, doch mufs man sich wundern, dafs Hr. Treviranus in seiner Physiologie der Gewächse, wo die Fehler der Phytotomen zahlreich aufgeführt sind, nicht auch diesen nachgewiesen hat.

Wenn man das Eichenholz durch Querschnitte und Längenschnitte vermittelst des Mikroskopes untersucht, so kommt man in der That nicht leicht zur Erkenntnifs der Structur jener grofsen Röhren; man erkennt sie aber sehr bald, wenn man diese gespaltenen Röhren mit der Loupe untersucht. Es ist gar nicht schwer die feine getüpfelte Membran abzuziehen, welche die ganze Wand der Röhre ausfüllt und die getüpfelte Spiralröhre darstellt, so dafs über die eigentliche Bedeutung dieser grofsen Röhren gar kein Zweifel mehr vorkommen kann. Dergleichen Zellen und Blasen, wie sie in diesen grofsen Röhren des Eichenholzes vorkommen, sind nun auch dann und wann in den Spiralröhren anderer Pflanzen zu finden, wenngleich niemals so häufig als bei der Eiche; nur das Teckholz zeigte eine ähnliche Structur wie das Eichenholz. Herr Mohl ***) hat solche Bläschen auch in den getüpfelten Röhren der Palmen gefunden, und ich habe sie sogar in

*) Die Natur d. lebendigen Pflanze. pag. 456 etc.
**) De vera vasor. spiralium struct. Bonnae 1829. 8m.
***) De palm. struct. p. XII.

Digitized by Google

den grofsen und einfachen, abrollbaren Spiralröhren aus dem Blüthenschafte der Musa paradisiaca beobachtet, wo sie sehr grofs auftraten und in Form elliptischer Blasen der Reihe nach an einander gestellt waren.

Herr Schultz stellte aufserdem die Ansicht auf, dafs alle diejenigen Organe in den Pflanzen, welche bisher unter dem Namen der punctirten oder porösen Spiralröhren bekannt waren, dafs diese nichts Anderes, als solche punctirte Zellen wären, wie sie an den grofsen Röhren des Eichenholzes vorkommen; er glaubte, dafs diese Zellen Luft enthalten, und sie wurden daher Luftzellen genannt. Aufser diesen, bei den Eichen vorkommenden und im vorhergehenden Paragraphen ausführlich beschriebenen getüpfelten Röhren, waren es die grofsen Spiralröhren im Stengel der Cucumis- und Cucurbita-Arten, welche Hrn. Schultz zu jener Ansicht verleiteten. Hier sind nämlich diese Röhren sehr häufig mit getüpfelten Zellen umgeben und mit diesen genau verwachsen; bei der Maceration erhalten sie sich lange Zeit und werden mit den Röhren zusammen aus der Masse getrennt, wodurch man glauben könnte, dafs das Ganze aus solchen Zellen zusammengesetzt ist. Wenn man aber diese Röhren unter dem einfachen Mikroskope der Länge nach durchschneidet, so wird man die darin liegende Spiralröhre erkennen, welche zuweilen noch unverwachsen, meistens aber getüpfelt ist, sich jedoch gar nicht selten in Form des spiralförmigen Bandes abrollen läfst.

Herr Kieser hat auch im Inneren dieser getüpfelten Spiralröhren der Kürbis-Pflanze solche Bläschen beobachtet, wie sie bei den Eichen gewöhnlich vorkommen, und er hat dieselben in Fig. 36. Tab. IV. seines vortrefflichen Werks abgebildet; aber auch hier mufs ihr Vorkommen sehr selten sein, denn mir kamen sie noch nicht zu Gesicht.

Digitized by Google

Zweites Buch.

Ueber den Bau und das Vorkommen der Respirations- und Secretions-Behälter.

Achtes Capitel.

I. Das Respirations-System in den Pflanzen.

Bei der Aneinanderlagerung der Zellen zum Gewebe der Pflanzen bleiben hin und wieder verschieden geformte Räume zurück, welche meistens in Form von Kanälen an den Kanten der Zellenwände verlaufen, und durch die Wände der aneinander stofsenden Zellen eingeschlossen werden. Man nennt dergleichen Kanäle: Intercellulargänge (meatus seu ductus intercellulares), und von ihnen ist vor Allem zu bemerken, dafs sie keine eigenen Wände besitzen, sondern durch die Wände der angrenzenden Zellen dargestellt werden. Damit man sich sofort einen richtigen Begriff von dem Dasein der Intercellulargänge mache, verweise ich auf die Darstellung des Querschnittes aus dem Stengel der Cycas revoluta in Fig. 4. Tab. I., wo die dreieckigen Zwischenräume c, c, c und d die querdurchschnittenen Intercellulargänge andeuten, welche hier immer zwischen den neben einander liegenden Zellen auftreten. Je nachdem die Zahl und die Form der Zellen verschieden ist, welche die Intercellulargänge darstellen, je nachdem mufs auch die Form dieser Gänge verschieden sein; so beobachtet man dieselben bei a und b Fig. 6 Tab. I. vierseitig, während die übrigen, wie bei c ebendaselbst, nur dreiseitig sind. Drei Zellen sind eigentlich zur Bildung eines Intercellularganges durchaus nöthig; wahre Intercellulargänge treten wohl nicht zwischen zwei neben einander gelagerten Zellen auf.

Die Intercellulargänge kommen überall in den Pflan-

Digitized by Google

zen vor, wo das Gewebe derselben nicht ganz dicht ist d. h. wie z. B. bei dem Zellgewebe, wo die Zellen nicht mit den ganzen Flächen ihrer Wände und Kanten vereinigt sind. Im Merenchym, wo die Zellen kugelförmig oder elliptisch sind, da sind auch die Intercellulargänge ganz gewöhnlich und sehr grofs, weil bei der Aneinanderlagerung solcher sphärischen Zellen immer Zwischenräume übrig bleiben müssen. Im parenchymatischen Zellengewebe sind die Intercellulargänge ebenfalls sehr allgemein; am gröfsten und meistens aus dreieckigen Kanälen bestehend, findet man dieselben im cylindrischen Parenchym, doch kommen sie auch bei den anderen Arten des Parenchyms vor, wenn das Gewebe der Pflanze sehr zart und saftig ist. Macht man zarte Querschnitte aus dem Stengel der Vicia Faba, Helleborus foetidus, von Solanum tuberosum, Orchis latifolia, Ornithogalum nutans u. dgl. m., so wird man mehr oder weniger grofse und meistens dreieckig geformte Durchschnitte der Intercellulargänge beobachten; sie erscheinen gewöhnlich als dunkele, stark schattirte Räume, und dieser Schatten wird durch die Luft (in Folge verschiedenartiger Strahlenbrechung) veranlafst, welche in den Intercellulargängen enthalten ist. Untersucht man z. B. das Zellengewebe aus dem Stengel der Vicia Faba auf Längenschnitten, so kann man die langen Intercellulargänge, welche den Kanten der Zellen entlang laufen, meistens nur durch die starke Schattirung erkennen, welche durch die darin enthaltene Luft verursacht wird, und hiebei erkennt man auch, dafs die grofse Menge dieser Gänge unter sich in offener Communication stehen. Sowohl im Stengel der genannten Pflanze, wie in dem Gewebe der Agave-Blätter, wird man bei dieser Untersuchung der Intercellulargänge nach Längenschnitten dann und wann bemerken, dafs die Gänge nicht immer, ihrer ganzen Länge nach, mit Luft gefüllt sind, sondern zum Theil auch Flüssigkeiten von eben derselben Durchsichtigkeit als der Zellensaft führen, doch wahrscheinlich ist schon die

Digitized by Google

Flüssigkeit nach dem Durchschneiden der Intercellulargänge mehr oder weniger tief eingedrungen.

In sehr festem und straffem Zellengewebe sind die Intercellulargänge entweder sehr klein, oder sie fehlen fast ganz und gar. So sind die Zellen, welche die Epidermis der Pflanzen bildet, in ihrer seitlichen Verbindung so innig, dafs keine Spur von Intercellulargängen darin zu beobachten ist, was ganz besonders auf Vertikalschnitten, wie in Fig. 1. 2. und 3. Tab. V. sehr deutlich zu sehen ist. Die sogenannten lymphatischen Gefäfse, welche man zwischen den Zellen der Epidermis beobachtet haben wollte, sollten die Intercellulargänge in der äufseren Zellenschicht sein; sie sind jedoch nicht vorhanden. In dem sternförmigen oder strahligen Zellengewebe sind die Intercellulargänge durch die eigenthümliche Stellung der Strahlen sehr grofs und eigenthümlich geformt, worüber in der Folge noch gehandelt werden wird, und man hat auch für diesen Fall die Benennung: Interstitia cellularum gegeben.

Schon zwischen den prismatischen langgestreckten Zellen, welche in der Nähe der Spiralröhren liegen, kommen die Intercellulargänge nur sehr selten vor, aber zwischen den Zellen des Prosenchym's, so wie zwischen den Zellen des Pleurenchym's, da fehlen sie gänzlich, indem hier die regelmäfsig geformten Zellen gegenseitig mit ihren ganzen Flächen und Kanten innig verwachsen sind.

Schon aus dem, im Vorhergehenden Vorgetragenen geht deutlich hervor, dafs die Intercellular-Gänge nicht in allen Theilen der Pflanze vorkommen, sondern dafs sie gewissen Theilen derselben vorzüglich angehören, während sie in anderen, wo ein festeres Gewebe auftritt, ganz und gar fehlen. Ja in einer und derselben Art von Parenchym können Intercellulargänge in grofser Anzahl vorkommen, während sie an anderen Stellen dieses Gewebes, wo die Zellen inniger mit einander verbunden sind, mehr oder weniger ganz fehlen.

Das Vorkommen dieser Intercellulargänge, welche die Parenchym-Zellen im Inneren der Pflanze begleiten, oder

Digitized by Google

gleichsam rund um dieselben gelegen sind, scheint bei näherer Betrachtung von hoher Wichtigkeit zu sein, ja die Vermuthung möchte dadurch noch mehr bestärkt werden, dafs die Prosenchym- und Pleurenchym-Zellen ohne dergleichen umschliefsende Luftkanäle vorkommen, da diese letzteren Zellen, wie wir es vorhin nachgewiesen haben, auch nur zum Fortführen der rohen Säfte dienen, während die Parenchym-Zellen jene rohen Säfte organisiren, und den Ueberschufs aushauchen.

Seitdem das Dasein der Intercellulargänge deutlich nachgewiesen worden war, waren fast alle Phytotomen der Ansicht, dafs diese Intercellulargänge zur Fortführung des Nahrungssaftes dienen, eine Meinung, welche zuerst von Hedwig, und ganz besonders von Hrn. L. Treviranus aufgestellt wurde. Auch Hr. Kieser*) wies nach, wie auf diesem Wege der Nahrungssaft nach allen Richtungen hin bewegt werden könnte. In neuerer Zeit hat hauptsächlich Hr. De Candolle**) zu zeigen gesucht, dafs sich der Nahrungssaft der Pflanzen in den Intercellulargängen bewege, eine Meinung, welche übrigens fast alle Botaniker theilten, welche die Spiralröhren der Pflanzen für Luftgefäfse hielten. Sehr treffend bemerkt hiergegen Hr. Link***), dafs der Nahrungssaft, der doch ganz besonders reich im Holzkörper der Pflanzen aufsteige, andere Gänge einnehmen müsse, da die Intercellulargänge, wie selbst Hr. De Candolle zugiebt, in dem Holzkörper selten oder gar nicht zu bemerken sind.

Mit Anwendung der neuen guten, besonders der achromatischen Instrumente, ist es indessen sehr leicht zu erkennen, dafs in den Intercellulargängen wirklich Luft vorhanden ist, eine Meinung, welche zuerst Hr. Amici ausgesprochen hat, und seitdem haben auch die Herren Unger, Mohl und Link diese Ansicht vertheidigt, zu welcher auch

*) Phytonomie p. 209.

**) Organ. 1. p. 20. 28. und Physiolog. 1. Cap. 3.

***) S. dessen neue Ausgabe der Philosophia botanica I. pag. 115.

Digitized by Google

ich durch Beobachtungen mit guten Instrumenten gelangt bin. Auch Hr. Treviranus hat seine Ansicht über diesen Gegenstand geändert, und ist jetzt ebenfalls der Meinung, dafs die Intercellulargänge Luft führen.

Man hat, besonders in früheren Jahren, das Vorkommen verschiedener fester Stoffe in den Intercellulargängen beobachten wollen; so sollten die feinen spiefsigen Krystalle, worüber pag. 233. die Rede war, ebenfalls in den Intercellulargängen vorhanden sein, was von Rudolphi, Sprengel, De Candolle, Kieser und fast von allen anderen Phytotomen, neuerlichst noch von Hrn. Treviranus behauptet worden ist, obgleich es durchaus nicht der Fall ist.

Andere Phytotomen haben eine grumose Masse in den Intercellargängen zu beobachten geglaubt; Hr. Kieser giebt kleine Kügelchen an, welche in ihnen vorkommen sollen, doch habe ich diese Angaben niemals zu bestätigen Gelegenheit gehabt. Wahrscheinlich hatte man in solchen Fällen, wo man dergleichen Stoffe in den Intercellulargängen zu beobachten glaubte, ganz andere Gebilde, nämlich die Milchsaft- oder Lebenssaft-Gefäfse vor sich, deren eigene Membranen nicht immer so leicht zu erkennen sind.

Zwischen den feinen Intercellulargängen und den grofsen Luftkanälen und Lücken der Pflanzen, welche als Luftbehälter in den Pflanzen auftreten, finden so viele Uebergangsstufen statt, dafs es sehr schwer fällt, diese Luft-führenden Räume ihrer Form nach zu characterisiren. Eine sehr auffallende Verschiedenheit erkennt man zwischen den Intercellulargängen des Stengels und zwischen denen der Blätter und aller blattartigen Organe; hier sind sie gröfser als im Gewebe des Stengels, und unregelmäfsig nach allen Richtungen hin verlaufend, da die Zellen daselbst mehr sphärisch sind und meistens nur in einer sehr lockeren Verbindung stehen, oft sogar mehr oder weniger weit von einander getrennt auftreten. Auf diese Weise erhalten die Intercellulargänge eine sehr unregelmäfsige Form, sie sind bald grofs, bald klein, bald höhlenartig, bald wieder kanalartig. Am bemerkenswerthen ist

Digitized by Google

jedoch die offene Communication, in welcher diese Intercellulargänge des Merenchym's der Blätter mit den sogenannten Athemhöhlen stehen, welche sich in den häufigsten Fällen unmittelbar unter den Hautdrüsen befinden und oftmals sehr grofs sind.

Diese Lufthöhlen, welche unmittelbar unter den Hautdrüsen der meisten Pflanzen gelegen sind, stehen zwar mit den Intercellulargängen in der offensten Verbindung, doch ihre Form und ihr Vorkommen ist so verschiedenartig, dafs sie eine nähere Darstellung verdienen. Schon in den Fig. 1. 2. und 3. Tab. V. kann man dicht unter den vertikal durchschnittenen Hautdrüsen mehr oder weniger grofse leere Räume bemerken, welche nichts Anderes, als jene Höhlen sind, welche neuerlichst Herr Unger*) mit dem Namen der Athemhöhlen belegt hat. In Fig. 18. Tab. III. ist, auf dem Querschnitte aus dem Blatte der Pleurothallis ruscifolia, jene Höhle, unter der Hautdrüse, ihrem ganzen Umfange nach dargestellt. Verhältnifsmäfsig sehr grofs sind diese Höhlen in solchen Fällen, wo ein ähnlicher Bau der Hautdrüsen und der angrenzenden Epidermis-Zellen vorkommt, wie bei den Tradescantien und Begonien, was man schon an den Querschnitten in Fig. 12. 13. und 14. Tab. V. aus ersteren Pflanzen wahrnehmen kann. In solchen Fällen, wo die Hautdrüsen rosettenförmig zusammengruppirt sind, wie auf den Blättern der Begonien, da ist diese Höhle, dicht unter der Epidermis, für alle Hautdrüsen einer solchen Gruppe gleichsam zusammengeflossen und gewöhnlich, wie in Begonia nitida (Tab. V. Fig. 5.), nur durch eine, oder höchstens durch einige Zellen-Reihen, von den angrenzenden grofsen Lufthöhlen getrennt. Bei Saxifraga sarmentosa, wo auf der unteren Fläche der Blätter die Hautdrüsen ebenfalls rosettenartig gelagert sind, da erscheint statt der grofsen Athemhöhle wie bei den Begonien, eine Masse von sehr lockerem Parenchym, welches nach allen Richtungen

*) Die Exantheme etc. pag. 43.

Digitized by Google

hin stark mit sehr erweiterten Intercellulargängen durchzogen ist. Wie ich es indessen schon früher behauptet habe, so mufs ich es auch hier wiederholen, dafs nicht alle Pflanzen dergleichen Athemhöhlen unter den Hautdrüsen aufzuweisen haben. Auf der oberen Blattfläche der Nymphaea alba und lutea, in den Blättern vieler Myrtaceen *) und bei vielen anderen Pflanzen ist auch keine Spur von diesen Lufthöhlen unter den Hautdrüsen zu beobachten, und dennoch verrichten auch diese Pflanzen den sogenannten Athmungs-Prozefs.

Die Athemhöhlen der Pflanzen waren theilweise schon mehreren früheren Phytotomen bekannt, doch legten dieselben noch keinen so hohen Werth auf diese Erscheinung, wie man gegenwärtig anzunehmen genöthigt wird. Auch Herr Amici hatte diese mit Luft gefüllten Höhlen beobachtet und nannte sie ovale Luftbehälter, in deren Mitte die Hautdrüse, gleichsam ein Beutel, gelegen sei, der sich durch einen Schliefsmuskel, je nach den Umständen bald schliefst, bald öffnet.

Diese Athemhöhlen, sagt Herr Unger **), stehen nicht nur durch erweiterte und luftführende Intercellulargänge gröfstentheils untereinander, sondern selbst mit den Lücken und Luftgängen der übrigen Theile des Gewächses in Verbindung, so dafs also durch diese Organisation ersichtlich ist, wie die Gemeinschaft der atmosphärischen Luft selbst bis zu den innersten Theilen einer Pflanze stattfindet. Eine solche offene Communication, welche ich früher zu bezweifeln suchte, habe ich auch gegenwärtig nur bei wenigen Pflanzen beobachten können, wenn auch Hr. Unger sich bemüht hat, das Irrige dieser Angabe nachzuweisen. Aber leicht ist es zu beobachten, dafs die Athemhöhlen, wo dergleichen vorkommen, mit den erweiterten und ganz mit Luft gefüllten Intercellulargängen, welche

*) S. die Abbildung eines Querschnittes aus dem Blatte von Melaleuca salicifolia in Fig. 4. Tab. V., wo d die Hautdrüse ist.

**) l. c. p. 44.

Digitized by Google

in dem Merenchym und Parenchym auftreten, in offener Verbindung stehen. Das Zellengewebe, welches jene Lufthöhlen bildet, und gleichsam auch die erweiterten Intercellulargänge darstellt, zeigt im Uebrigen nicht selten eine so innige Verbindung, dafs ich in den Wänden dieser Gänge keine Intercellulargänge zwischen denjenigen Zellen beobachten kann, welche jene Wände bilden. Ueberall bemerkt man hier, dafs die Zellen, rund um die Luft-führenden Höhlungen herum, sehr dicht verwachsen sind und keine Intercellulargänge zeigen. Macht man die Schnitte in verschiedenen Richtungen, so findet man zwar verschieden gestaltete Lufthöhlen und Luftgänge im Diachym der Blätter aber Intercellulargänge, welche zwischen den Zellen dieser Wände liegen und mit den Höhlen in Communication stehen, habe ich doch niemals beobachten können. Zwar meint Herr Unger, dafs aus solchen Beobachtungen noch immer nicht zu folgern ist, dafs die Intercellulargänge mit jenen Höhlen nicht in Verbindung ständen.

Auf welche Weise ist aber Herr Unger zu der Ueberzeugung gekommen, dafs die Intercellulargänge mit den Höhlen und Athemhöhlen in der Blattsubstanz und in allen denjenigen Theilen, welche der Respiration vorstehen, in offener Verbindung stehen? Die Beobachtung, welche ich vorhin angeführt habe, die auch nicht bestritten wird zeigt, wie es scheint, das Gegentheil. Es ist mir wahrscheinlicher, dafs die wirklichen Intercellulargänge der Pflanzen ein eben so geschlossenes System bilden, wie das System der Luftgänge im Inneren derjenigen Gewächse, welche ganz unter Wasser wachsen; diese Pflanzen haben in ihrem sehr fest vereinigten Zellengewebe nur selten eine Spur von Intercellulargängen aufzuweisen. Das ganze System der Höhlen und höhlenartigen Kanäle, welches das Gewebe der Blätter durchzieht, und sich bei vielen Pflanzen in den Stengel und in andere Theile derselben hineinzieht, möchte ich für getrennt von den wirklichen Intercellulargängen betrachten, obgleich sie selbst, wie die Beobachtung nachweist, aus diesen entstehen. Dieses

Digitized by Google

System von Höhlen und erweiterten Intercellulargängen in den Blättern und den damit in Verbindung stehenden Theilen, möchte es auch allein sein, welches durch die Spaltöffnungen der Hautdrüsen mit der atmosphärischen Luft in Verbindung steht, und auf diese Weise zur Respiration der Gewächse dient. Die wirklichen Intercellulargänge dagegen, so wie das System der Luftgänge in den, gänzlich unter Wasser wachsenden Pflanzen; erhalten die Luft durch Scheidung aus der aufgenommenen rohen Nahrungsflüssigkeit, so dafs diese Ausathmung oder Secretion der Luft als ein Akt der Nutrition, gleichsam als eine Correction derselben anzusehen ist, wie es kürzlich auch einer der scharfsinnigsten Physiologen unserer Zeit angab. Ja es ist mir sehr wahrscheinlich, dafs die einzelnen Zellen, von eben denselben Gasarten zu einer anderen Zeit wieder aufnehmen, welche sie vorhin ausgehaucht, und in die Intercellulargänge deponirt hatten. Zu diesem Zwecke scheint mir das System der Luftbehälter im Inneren der Wasserpflanzen, welche ganz unter Wasser wachsen, so aufserordentlich ausgebildet zu sein. Wir wissen in Folge von Beobachtungen, dafs Pflanzen eine gewisse Gasart unter bestimmten Verhältnissen aushauchen, während sie dieselbe Gasart unter anderen Verhältnissen wieder einathmen; dasselbe geschieht, wie es mir scheint, bei der Absonderung und Aufhäufung der Luft in den Luftgängen der Wasserpflanzen. Diejenigen Wasserpflanzen, welche ganz unter Wasser wachsen, haben immer ein fest verbundenes Zellengewebe, und die Wände der Luftbehälter sind so dicht, dafs die Luft nicht durch Intercellulargänge fortgeführt werden kann, auch stehen diese Behälter durchaus in gar keiner offenen Communication mit der Oberfläche der Pflanzen. Bei denjenigen Wasserpflanzen dagegen, welche nur in der Jugend unter Wasser wachsen, dann aber auf die Oberfläche desselben kommen, da ist das System der Luftbehälter schon in der frühesten Zeit vorhanden und die Respiration mag alsdann auf diese Weise erfolgen; später aber, wenn die Pflanze über das

Digitized by Google

Wasser kommt und mit der atmosphärischen Luft in offener Verbindung tritt, dann geht eine Respiration anderer Art vor sich, indem eine offene Communication zwischen den Athemhöhlen und den Intercellulargängen der blattartigen Theile mit der atmosphärischen Luft, durch die Hautdrüsen oder Spaltöffnungen derselben vermittelt wird. Wir haben aber auch dergleichen Wasserpflanzen, welche auf der Oberfläche des Wassers schwimmende Blätter zeigen, aber doch vermittelst der Spaltöffnungen wenige oder gar keine offene Respiration mit der Atmosphäre unterhalten können, da die Spaltöffnungen sehr klein und verwachsen mit den darunter liegenden Zellen auftreten, worin keine Athemhöhlen und keine erweiterten Intercellulargänge vorkommen; als solche nenne ich die Gattung Nymphaea, hier mag die Respiration durch die grofse Menge von Luftbehälter fortgehen, welche im Inneren dieser Pflanzen auftreten und in keiner offenen Communication mit der Atmosphäre stehen. Ich komme später auf die eigenthümliche Structur zurück, welche gleichsam als Ergänzungsmittel bei den Nymphaeen auftritt.

Herr Dutrochet hat die Beobachtung gemacht, dafs die Luft in den Luftbehältern der Nymphaea lutea um so reicher an Sauerstoff ist, je näher diese den Blättern stehen; später hat er die Ansicht aufgestellt, dafs der Sauerstoff in den Blättern, als den Respirationsorganen erzeugt, und vermittelst der Luftbehälter durch die ganze Pflanze getrieben werde. Indessen wir werden an einem anderen Orte dieses Buches nachweisen, dafs dieses nicht der Fall sein möchte.

Nähere Betrachtung der Organe, welche die Respiration der Pflanzen vermitteln.

Die vollkommenere Respiration der Pflanzen zeigt sich zunächst in einer offenen Verbindung zwischen der Luft in den erweiterten Intercellulargängen, den Athemhöhlen und der Atmosphäre, und diese Communication

Digitized by Google

wird durch eigenthümliche Organe bewirkt, welche in der Epidermis derjenigen Pflanzentheile sitzen, die der Respiration vorstehen.

Die ganze Pflanze wird, wie wir es schon früher kennen gelernt haben, durch eine eigenthümliche Haut umkleidet, welche als die äufserste Zellenschicht der Pflanze anzusehen ist, und Epidermis genannt wird *).

Wenn man die Epidermis von jungen und saftigen Monocotyledonen, z. B. von den Blättern junger Hyacinthen oder Iris-Arten u. s. w. abzieht, und dieselbe auf ihrer inneren Fläche mit einem scharfschneidenden Instrumente recht vorsichtig schabt, oder der Maceration unterwirft, so erhält man nach der Zerstörung der weichen Wände der Epidermis-Zellen die sogenannte Cuticula zurück, und in dieser wird man an gewissen Stellen mehr oder weniger runde Oeffnungen beobachten; welche zwischen den Zellen safsen und vorher, nämlich im unverletzten Zustande, mit gewissen zelligen Organen ausgefüllt waren, welche den Namen der Spaltöffnungen oder Hautdrüsen führen.

Dieses Trennen der Spaltöffnungen aus der Epidermis ist jedoch sehr schwer, und gelingt meistens nur bei sehr junger oder bei sehr dicker Epidermis; hier kann man den Schnitt so führen, dafs man die Zellen der Spaltöffnungen von den Wänden der Epidermis-Zellen trennen kann. Meistens zerreifst die Epidermis früher, ehe die Trennung der Hautdrüsen-Zellen mit dem Messer zu Stande kommt, doch durch Maceration gelingt es immer.

Aufser diesen Löchern, welche mit den Zellen der Spaltöffnungen geschlossen sind, hat die Epidermis der Pflanzen keine Oeffnungen aufzuweisen.

Da die Spaltöffnungen oder Hautdrüsen auf das Innigste mit der Epidermis verwachsen sind, so mufs man dieselben als integrirende Theile der Epidermis betrachten. Diese Gebilde, welche die Oeffnungen zwischen den Epi-

*) S. Phytotomie. p. 87 etc.

Digitized by Google

dermis-Zellen schliefsen, aber niemals im Inneren der Epidermis-Zellen vorkommen, wie es oftmals scheint, bestehen aus zwei halbmondförmigen oder sichelförmigen Zellen, welche mit ihren concaven Rändern gegen einander gestellt und mit den Enden dieser inneren Ränder genau verbunden sind. Nur der mittlere Theil der inneren Ränder bleibt unverwachsen und stellt die sogenannte Spaltöffnung dar; demnach mufs schon das ganze Organ, welches diese Spaltöffnung aufzuweisen hat, eine andere Benennung erhalten, und ich habe dafür in der Phytotomie den Namen Hautdrüse in Vorschlag gebracht, welcher zuerst von Herrn Link gebraucht wurde. Auch Herr R. Brown hat diese Benennung beibehalten.

Offenbar ist Grew *) als der Entdecker der Hautdrüsen anzusehen; er bildet dieselben, wenn auch sehr unvollkommen, aus verschiedenen Pflanzen ab und sagt, dafs sich die Oberhaut der Pflanzen ganz so verhalte, wie die der Thiere, indem sie nämlich mit mehreren Oeffnungen versehen sei, welche zum besseren Durchgange der Flüssigkeiten bestimmt sind; auch bemerkt schon Grew, dafs besonders manche Theile der Pflanzen mit diesen Poren oder Oeffnungen versehen sind. Malpighi hat diese Gebilde in der Epidermis der vollkommeneren Pflanzen ganz übersehen; nur bei einer Marchantiacee, der Lunaria Mich. hat er dieselben, wo sie ganz aufserordentlich grofs sind, bemerkt und höchst unvollkommen abgebildet **). Er sagt von denselben, dafs sie gleichsam wie Drüsen mit einer Oeffnung erscheinen, und es ist wohl nicht schwer einzusehen, dafs Malpighi hiermit die Wallöffnung und nicht die Spaltöffnung dieser Organe gemeint hat. Ausführlicher hat Guettard ***) diese Organe beschrieben, er hielt dieselben für Drüsen, welche der Oberhaut ansitzen und nannte sie glandes milliaires; später hat man die Be-

*) The anat. of pl. p. 153. Tab. XLVIII.
**) S. Malpighi's Opera omnia. Lond. 1686. p. 50. Tab. XXVII.
***) Mém. de l'Acad. Roy. de Paris. 1745. pag. 268.

Digitized by Google

nennung in glandes miliaires oder hirseförmige Drüsen (glandulae miliares) umgewandelt. Auch H. B. de Saussure *) beschreibt diese drüsenartigen Gebilde und nennt sie glandes corticales. v. Gleichen und Hedwig gaben in ihren berühmten Schriften die ersten besseren Abbildungen von den Hautdrüsen oder Spaltöffnungen, und Comparetti **) macht schon die Bemerkung, dafs die Spaltöffnungen bei Tage offen stehen. Die Oeffnung in diesen Organen wollte Grew beobachtet haben, obgleich er eigentlich wohl nur diese Oeffnungen annahm, um der Haut den Durchgang der Säfte und der Luft zu erleichtern. Mit den damaligen Instrumenten konnte man hierüber wohl schwerlich zur Gewifsheit kommen, worüber später Mehreres mitgetheilt werden wird.

Nach den schönen Untersuchungen von Hedwig ***), von Herrn Alexander v. Humboldt †) und von Krocker ††) erkannte man ganz allgemein, und ganz besonders in Deutschland, dafs die Hautdrüsen Oeffnungen in der Epidermis der Pflanzen wären, doch erhielten dieselben aufserordentlich verschiedene Benennungen; so nannte sie Hedwig: Spiracula und Pori exhalantes, De Candolle †††) dagegen: Pores corticaux; Krocker nannte sie Rimae annulatae, Mirbel: Pores alongées, extérieurs ††††) ou grands, De la Mètherie: Glandes épidermoidales. Sprengel nannte sie Spaltöffnungen, Rudolphi und Moldenhawer nannten sie: Poren der Oberhaut und Herr Link belegte sie in seinen früheren Schriften mit dem Namen der Stomata,

---

*) Obs. sur l'ecorce de fev. Génève, 1760. p. 21.

**) Prodromi de fis. veg. pag. 5.

***) Samml. zerstreut. Abhandl. pag. 116 etc.

†) S. dessen geistreiche und reichhaltige Vorrede zu Fischer's Uebersetzung von Ingenhouss Schrift über die Ernährung der Pflanzen, u. s. w.

††) De plantarum epidermide. Halae, 1800. 8vo.

†††) Mém. sur les pores de l'ecorce des feviles. 1797 im Bulletin des scienc. par le Soc. philom. Nro. 44.

††††) Journal de Phys. an. 9. pag. 217.

Digitized by Google

welche Benennung von den meisten französischen Botanikern, als von den Herren de Candolle, Ad. Brongniart und Mirbel beibehalten und in Stomates umgewandelt worden ist. Herr Link nannte diese Organe später wieder Hautdrüsen, und hierin bin ich gefolgt und zwar aus Gründen, welche später aufgeführt werden sollen. Einige Botaniker, wie z. B. Herr R. Brown *) sind darin gefolgt, und da diese Benennung für diese Organe bei den meisten älteren Phytotomen wenigstens sehr ähnlich ist, so werde ich dieselbe auch in der Folge beibehalten. Einige andere Phytotomen nennen die Hautdrüse: Porus.

Die Form der Hautdrüsen ist bei verschiedenen Pflanzen etwas verschieden, doch liegen diese Verschiedenheiten nur zwischen der runden und der ellipsoidischen Gestalt; sehr selten sind sie ganz vollkommen rund, meistens elliptisch und zwar bald mehr bald weniger länglich elliptisch. Hautdrüsen, die als stumpfe Vierecke und Parallelepipeden erscheinen sollen, wie Herr Treviranus **) noch neuerlichst angiebt, sind in der Natur nicht vorhanden, und die Ursache dieses Irrthumes wird später erörtert werden. Nach den schönen Abbildungen, welche Hedwig, Herr Alexander von Humboldt und Herr Krocker zu ihren Untersuchungen über den Bau der Hautdrüsen mitgetheilt haben, geht schon hervor, dafs diese Organe stets aus zwei Zellen bestehen, ja Jurine ***) spricht dieses schon ganz bestimmt aus, was dann später auch fast von allen Phytotomen anerkannt worden ist. Ueberhaupt mufs ich hier die Bemerkung machen, dafs Jurine zuerst durch Anwendung der Querschnitte über den Bau der Epidermis und deren Hautdrüsen den richtigen Aufschlufs gegeben hat; leider ist diese ausgezeichnete Arbeit von Jurine, der Seltenheit des 56sten Bandes des Journal de Physique wegen, so ganz übersehen worden. (Zu Berlin befindet

*) Suppl. Prodr. flor. Novae Hollandiae. Londini, 1830.
**) Physiologie der Gewächse. I. pag. 463.
***) Journ. de Phys. LVI. pag. 179.

Digitized by Google

sich dieser Band gar nicht.) Die Resultate Jurine's stimmen im Allgemeinen ganz mit denen überein, welche uns Herr Brongniart *) mitgetheilt hat, der uns wieder zuerst den wahren Bau des Oberhäutchens kennen lehrte. Bald darauf machten die Herren Mohl **), Unger ***) und H. Krocker †) ihre vielseitigen Untersuchungen über diesen Gegenstand bekannt, und gegenwärtig herrscht sowohl über den Bau der Epidermis, als über die Structur der Hautdrüsen meistens nur eine und dieselbe Ansicht, was in der Pflanzen-Anatomie wohl der beste Beweis ist, dafs der Gegenstand richtig erkannt ist.

Die Hautdrüsen werden durch zwei Zellen gebildet, welche mehr oder weniger halbmondförmig gestaltet und mit der abgeschnittenen Fläche neben einander gestellt sind, so dafs sie zusammen eine mehr oder weniger eiförmige Figur darstellen, ja zuweilen ist dieselbe fast kugelrund, während sie in anderen Fällen ganz länglich elliptisch ist. Es ist dieses zwar als sehr bekannt vorauszusetzen, doch habe ich auf beiliegender Tab. V. noch einige Abbildungen zur Erklärung beigefügt. In Fig. 7. u. 8. finden sich Darstellungen zweier Hautdrüsen von der unteren Blattfläche von Piper spurium; in Fig. 8. ist die Drüse geschlossen und in Fig. 7. ist sie geöffnet. Die 420malige Vergröfserung, wonach auch die Zeichnungen in Fig. 9., 10. und 11 dargestellt sind, lassen die ganze Structur dieser Gebilde sehr leicht erkennen; a und b deuten die beiden Zellen, welche die Hautdrüse darstellen, sie enthalten in ihrem Inneren grüngefärbte Zellensaft-Kügelchen, welche in der Zeichnung ebenfalls angegeben sind. An den Linien, welche mit c, c bezeichnet sind,

*) Rech. s. l. fevilles. — Ann. des scienc. nat. T. XXI.

**) Ueber die Spaltöffnungen auf den Blättern der Proteaceen. — Nova acta Acad. C. L. C. nat. cur. Tom. XVI. pag. 788.

***) Die Exantheme der Pflanzen u. s. w. Wien 1833. p. 37.

†) De plantarum epidermide observationes. Wratislaviae 1833.

Digitized by Google

stofsen beide Zellen a und b zusammen und verbinden sich hier so fest, dafs man eher die Zellen zerreifst, als sie aus dieser Vereinigung zu trennen, im Stande ist. Der dazwischen liegende Theil zeigt keine Verbindung, sondern die Ränder der beiden Zellen e und e sind so weit von einander abstehend, dafs sie die Oeffnung f zwischen sich lassen, und diese ist die sogenannte Spaltöffnung der Hautdrüse, welche bis zu der neuesten Zeit von Mehreren bestritten wurde, wozu offenbar die Anwendung schwacher Vergröfserungen und minder guter Instrumente die Veranlassung gab. Diese Spaltöffnung der Hautdrüsen ist indessen nicht immer so grofs und so deutlich zu sehen, ja in noch häufigeren Fällen ist sie gar nicht zu erkennen, wenn nämlich die beiden Drüsen-Zellen auf ihrer ganzen Länge mit den beiden Rändern nebeneinander liegen, wie dieses in Fig. 8. von eben derselben Pflanze und in Fig. 11. bei Tradescantia n. sp. zu sehen ist. In Fig. 8. sieht man die Linie d mitten durch den Raum laufen, welche in Fig. 7. die Spaltöffnung darstellt, und diese Linie ist die Fortsetzung der vereinigten Ränder der beiden Drüsen-Zellen bei c und c. Die Ränder e und e in Fig. 8. sind die oberen Ränder der Seitenflächen dieser Drüsen-Zellen, sie stehen auseinander, während sich die unteren Ränder dieser Seitenflächen nebeneinander gelegt haben, und hiemit die Spaltöffnung geschlossen ist. Diese Verbindung der beiden Zellenwände in den geschlossenen Hautdrüsen ist ein blofses Aneinanderliegen und daher auch sehr locker, so dafs man in gewissen Fällen, schon durch blofsen Druck auf die Masse ein Oeffnen der Spaltöffnungen und Hervortreten von Wasser bewirken kann, was mir an den halbfaulen Blattscheiden, welche den Stamm des Pisangs umgaben, öfters gelungen ist. Nimmt man nun von einem solchen Stamme eine Blattscheide ab und untersucht die Hautdrüsen, welche daselbst in kleinen Vertiefungen liegen, so wird man ihre Spalte fast ganz allgemein geschlossen finden, drückt man aber mit einiger Gewalt vorher auf die ganze Masse, so treten aus

Digitized by Google

allen den kleinen Grübchen, wo die Hautdrüsen sitzen, Wassertropfen hervor und die Drüsen erscheinen dann geöffnet.

Zuweilen bemerkt man, dafs die Spalte, welche zwischen den beiden Zellen liegt, mit doppelten Linien eingefafst ist, wie z. B. in Fig. 9. und 10. Tab. V.; dieses wird offenbar durch die doppelten Ränder der inneren Krümmung der Hautdrüsen-Zellen veranlafst, worüber gut geführte Vertikalschnitte gehörigen Aufschlufs geben.

Die Hautdrüsen sind immer mehr oder weniger breiter und länger, als es die Oeffnungen zwischen den Zellen der Epidermis sind, worin jene befestigt sind. Auf dem Vertikalschnitte, der durch die Epidermis-Zellen geführt ist, wird man bei den meisten Pflanzen beobachten, dafs die Oeffnung zwischen den Zellen schmaler, als die Drüse ist, so dafs diese oftmals gleichsam nur in jene Oeffnung hineinragt und sich dann nach Unten weiter ausbreitet. Beobachtet man solche Hautdrüsen in ihrer horizontalen Lage, so erscheinen sie ganz anders, je nachdem man die Epidermis von Innen oder von Aufsen betrachtet, indem nämlich bald die Ränder der Zellen von der darunter liegenden Hautdrüse gedeckt werden, bald werden diese von den Rändern der angrenzenden Epidermis-Zellen gedeckt, was denn auch Veranlassung zu vielen Verwechselungen gegeben hat.

Im Anfange des Abschnittes wurde schon bemerkt, dafs die Verbindung der beiden Zellen der Hautdrüsen, nicht im ganzen Verlaufe der inneren Zellenwände stattfinde; diese Verbindung geschieht aber auch nicht mit der ganzen Fläche der inneren Seitenränder dieser Zellen, sondern sie erfolgt auf die Weise, dafs am oberen Theile der Seitenflächen eine kleine Vertiefung übrig bleibt, wie bei den Hautdrüsen der weifsen Lilie, oder sie erfolgt mehr in der Mitte der Seitenflächen dieser Zellen und es bleibt oben und unten eine kleine Vertiefung, wie z. B. bei Agave lurida. Häufig sind diese Zellen der Hautdrüse an ihren oberen Rändern mit einander verwachsen, und

Digitized by Google

nach Unten stehen sie weit auseinander, wie bei Zamia horrida, Crinum americanum, Scirpus palustris u. s. w. In anderen Fällen verbinden sich dagegen diese Drüsen-Zellen an ihrem unteren Rande und an ihrem oberen bleibt dagegen eine kleine Grube zurück. Zu allen diesen Beispielen finden sich auf den Tafeln zu meiner Harlemer Schrift die nöthigen Abbildungen nach Vertikalschnitten.

Auch sind jene kleinen Drüsen-Zellen auf ihren inneren Seitenrändern, mit welchen sie sich gegenseitig verbinden, nicht ganz eben, sondern zuweilen am oberen Rande etwas vertieft, doch ragt diese Ausschweifung des Randes nicht ganz bis zu den Enden der Zellen der Drüse, was man z. B. auf guten Querschnitten aus den Blättern der weifsen Lilie sehr gut sehen kann.

In der Epidermis der zarten, saftigen und weichen Blätter findet man die Hautdrüsen so genau zwischen den Zellen der Epidermis liegend, dafs sie mit diesen ganz in einer Ebene gestellt sind; aber meistens liegen sie bei Blättern von einer festen Substanz mehr oder weniger tiefer, als die Oberfläche der äufseren Wand der Epidermis-Zellen, und dadurch entsteht zwischen dieser eine Vertiefung oder ein Grübchen, in deren Tiefe die Hautdrüse gelegen ist, wovon man sich bei der Ansicht der Vertikalschnitte aus verschiedenen Pflanzen überzeugen wird, welche z. B. aus Aloe intermedia (Tab. V. Fig. 1. u. 2.), aus Agave mexicana (Tab. V. Fig. 3.), aus Melaleuca salicifolia (Tab. V. Fig. 4.) auf beiliegenden Tafeln zu sehen sind.

Sehr häufig sind die Ränder der angrenzenden Epidermis-Zellen, welche die Oeffnung für die Aufnahme der Hautdrüsen bilden, rund um das Grübchen mehr oder weniger stark erhoben und bilden dadurch einen besondern Rand, welchen Herr Mohl in seiner schönen Abhandlung über den Bau der Epidermis bei den Proteaceen etc. mit dem Namen eines Walles belegt hat. Dieser Wall, dessen äufserer Rand sich meistens trichterförmig in die Tiefe

Digitized by Google

des Grübchen fortsetzt, ist zuweilen mehr oder weniger an seiner Oeffnung geschlossen, wie man es z. B. bei der Melaleuca salicifolia (Tab. V. Fig. 4.) und aus Aloe intermedia sehen kann, und diese Oeffnung nennt man nach Herrn Mohl: die Wallöffnung, während die Hautdrüse, welche ganz in der Tiefe des Grübchens liegt, in ihrer Mitte die Spaltöffnung zeigt. Demnach sind die Wallöffnung und die Spaltöffnung nicht zu verwechseln, was allerdings früher und auch wohl noch in den neuesten Zeiten geschehen ist, denn wenn man, wie Herr Treviranus thut, von viereckigen Spaltöffnungen spricht, so hat man statt der Spaltöffnung nur die Wallöffnung beobachtet.

Die Tiefe und die Breite des Grübchens sind bei verschiedenen Pflanzen ganz aufserordentlich verschieden und dadurch wird auch die Wallöffnung bei der horizontalen Ansicht der Epidermis sehr verschieden geformt erscheinen. In der Darstellung eines Vertikalschnittes aus der Epidermis von Agave mexicana in Fig. 3. Tab. V. findet man die Grube mit g bezeichnet, und die Hervorragungen h, h sind die Durchschnitte des Wallrandes. Die beiden Zellen der Hautdrüse sind mit d, d bezeichnet und ganz offen liegt hier die Spaltöffnung dazwischen, welche hier noch etwas durch die herüberragenden Ränder der angrenzenden Zellen in n gedeckt wird. Auf den Blättern der Cycas revoluta ist die Form des Walles noch niedlicher und sie zeigt auf der horizontalen Ansicht der Epidermis eine ganz runde Wallöffnung. Die Grube mit dem Walle bildet hier einen vollkommen konischen Hügel, was nach Hrn. Mohl bei den meisten Proteaceen vorkommen soll. (Es giebt indessen auch hier bedeutende Ausnahmen.) Bei Protea wird nach Hrn. Mohl der Rand nur durch den Vorsprung der oberen dicken Zellenwand gebildet, ohne dafs die Zellenhöhle dabei Antheil nimmt. Bei der Zamia horrida ist das Grübchen, welches zur Hautdrüse führt, sehr tief, aber so schmal, dafs es bei einem alten Blatte fast ganz geschlossen erscheint; dagegen ist das Grübchen bei den Hackeen ganz aufserordentlich grofs

Digitized by Google

und sehr regelmäfsig gestaltet. Dagegen sehe man noch die Darstellung einiger Fälle, wo die Hautdrüse ganz in der oberen Fläche der Epidermis-Zellen gelegen ist, wie z. B. bei der Tradescantia discolor (Tab. V. Fig. 12.); in diesen Fällen pflegt sich durch die Vereinigung der beiden Hautdrüsen-Zellen ein kleines Grübchen zu bilden, was durch die Ausschweifung der inneren Ränder dieser Zellen geschieht.

In einigen selteneren Fällen tritt sogar die Hautdrüse über die obere Fläche der Epidermis hinaus, und dieses geschieht entweder durch blofse Spitzchen, welche sich aus der Membran der kleinen Zellchen erheben, wie auf den Blättern von Crinum asiaticum; oder auch dadurch, dafs sich der obere Theil der Drüsen-Zellen über die Fläche der Epidermis erhebt, wie es zuweilen bei der Hoya carnosa zu sehen ist, auch bei einer, unter dem Namen Crinum africanum vorkommenden Art dieses schönen Liliengewächses, und aus dem Blatte von Pleurothallis ruscifolia in Fig. 18. Tab. III. dargestellt ist.

Besteht die Epidermis aus zwei oder aus mehreren Zellenschichten, worüber in der Phytotomie die Rede war, so pflegt die Hautdrüse gleichsam in der zweiten Zellenreihe zu liegen, und durch die ganze erste Zellenschicht setzt sich das Grübchen fort, welches zur Hautdrüse führt. Man wird in den schon öfters angeführten Abbildungen auf beiliegenden Tafeln hierüber Aufschlufs erhalten.

Ganz besondere Beachtung verdient es, dafs bei gewissen Pflanzen die Zellen der Epidermis, welche zunächst der Hautdrüse gelegen sind, zu diesen eine ganz eigenthümliche Stellung annehmen, wodurch oftmals die Erkennung der Structur der Drüse sehr erschwert wird. Der bekannteste dieser Fälle ist der bei der Tradescantia discolor; derselbe Bau kommt jedoch bei allen Tradescantien, bald mehr bald weniger regelmäfsig vor. In Fig. 14. Tab. V. befindet sich eine Abbildung der Oberhaut von der äufseren Blattfläche der Tradescantia discolor, und zwar von der inneren Seite gesehen. Das Oblongum d d d d, wel-

Digitized by Google

ches unmittelbar über der Hautdrüse gelegen ist, deutet die untere Begrenzung der Epidermis-Zellen, welche rund um die Hautdrüse mit ihren angrenzenden Zellen e, e etc. gelagert sind. In Fig. 6. Tab. III. meiner Phytotomie ist eine solche Hautdrüse mit den angrenzenden Zellen, von der äufseren Fläche gesehen dargestellt, daher liegt hier das Oblongum a a a a unter diesen Zellen der Hautdrüse. Vergleicht man mit der Darstellung in Fig. 14. Tab. V. die Darstellung des Querschnittes, welcher quer durch die Hautdrüse ebenderselben Pflanze geführt und dicht daneben in Fig. 12. befindlich ist, so wird man die wahre Structur des Ganzen sogleich erkennen. Betrachtet man also das Ganze in der horizontalen Lage, so, dafs zuerst die äufsere Fläche dieser Epidermis mit ihrer Hautdrüse in den Fokus kommt, und hebt man dann allmälich das Ganze, so dafs endlich auch die unteren Punkte von den Linien d d in den Fokus kommen, so erscheint das regelmäfsige Oblongum, und von dieser Linie bis zur Linie d Fig. 12. verläuft die Seitenwand der beiden zusammenstofsenden Zellen so schreg, wie es die Linie d in Fig. 12. darstellt. Aus diesen Schnitten geht schon deutlich hervor, dafs die Hautdrüse der Tradescantia von jeder Seite mit einer kleineren Zelle (c und f Fig. 14.) eingefafst ist, während am oberen und am unteren Ende der Hautdrüse gröfsere Zellen, nämlich e und e gelegen sind. Macht man nun einen Querschnitt, welcher der Länge nach durch die Hautdrüse geht, so erhält man ein Bild, wie das in Fig. 13. Die dunkele, mit Kügelchen gefüllte Zelle b ist hier die durchschnittene Drüsen-Zelle, und c und c sind die zwei gröfseren Zellen, welche an den Enden der Drüse gelagert und in Fig. 14. mit e und e bezeichnet sind.

Auf die eigenthümliche Form der Epidermis-Zellen, welche zunächst der Hautdrüse liegen, hat auch Herr Krocker jun. in seiner, schon mehrmals angeführten Schrift bei verschiedenen Pflanzen aufmerksam gemacht, und man sehe hiezu die von ihm mitgetheilten Abbildungen. Z. B. aus der Epidermis von Sempervivum urbicum

Digitized by Google

(Fig. 41. Tab. 3.), von Cotyledon arborescens (Fig. 47. Tab. III.) u. s. w. Aber ganz besonders abweichend von der regelmäfsigen Gestalt sind die Zellen, welche rund um die Hautdrüse bei Piper spurium *) und bei anderen Arten dieser Gattung gelegen sind, so wie auch fast allgemein auf der Epidermis der Blätter von Begonien **).

Die Stellung der Hautdrüsen in der Epidermis der Pflanzen ist ganz aufserordentlich verschieden, und dieses findet nicht nur bei verschiedenen Pflanzen, sondern auch auf verschiedenen Theilen einer und derselben Pflanze statt, ja öfters ist die Stellung der Hautdrüsen auf der oberen und der unteren Blattfläche ganz verschieden. Im Allgemeinen kann man sagen, dafs die Hautdrüsen bei den meisten Pflanzen ohne eine gewisse Ordnung, gleichsam unregelmäfsig gestellt auftreten, und sie sind dann in ziemlich gleichen Entfernungen über das ganze Diachym der Blätter verbreitet. Bei einer grofsen Anzahl von Pflanzen treten dagegen die Hautdrüsen in regelmäfsigen Reihen auf, und diese Reihen stehen parallel den Blattnerven, unmittelbar über dem Parenchym des Blattes, während die Epidermis, welche unmittelbar über Holzbündel oder Bastbündel verläuft, keine Hautdrüsen aufzuweisen hat. Diese regelmäfsige Stellung der Hautdrüsen in parallel verlaufenden Reihen ist z. B. bei den Gräsern ganz allgemein, so wie auch bei aufserordentlich vielen anderen Gattungen und Familien der Monocotyledonen mit ähnlich gestalteten Blättern. Zuweilen verläuft eine solche Reihe von Hautdrüsen ganz einzeln über das Blatt hinweg, während wohl 10 und noch mehr Reihen von angrenzenden Epidermis-Zellen keine Hautdrüsen zeigen. In anderen Fällen dagegen stehen mehrere Reihen von Hautdrüsen fast dicht neben einander und dann kommt ein, fast eben so breiter Streifen von Epidermis ohne alle Hautdrüsen, wie z. B. bei Phormium tenax. Sehr auffallend ist es,

*) S. Tab. V. Fig. 7. und 8.
**) S. Tab. V. Fig. 6.

Digitized by Google

dafs die Hautdrüsen auf den Blättern der Pinus-Arten ebenfalls in solchen regelmäfsigen Reihen auftreten, wie es zuerst von Grew *) und später von Herrn Kieser **) beobachtet worden ist. Bei den Gräsern und den anderen Pflanzen, wo solche linienförmige Reihen von Hautdrüsen in der Epidermis auftreten, da wäre man geneigt' diese Stellung von dem Verlaufe der Bast- oder Holzbündel abzuleiten, denn die Bastbündel liegen hier sehr oft und zwar ganz regelmäfsig dicht unter der Epidermis. In den Blättern der Coniferen kommt indessen eine solche Structur nicht vor; hier verläuft mitten durch das Blatt die Holzbündelmasse, und in der Nähe der Epidermis sind nur merenchymatische, stark mit grüngefärbten Kügelchen gefüllte Zellen aber keine Bast-Zellen u. s. w.

Obgleich hier noch nicht der Ort ist, um über den Inhalt der Pflanzen-Zellen zu sprechen, so müssen wir dieses doch mit wenigen Worten in Bezug auf die Verschiedenheit, welche in dieser Hinsicht zwischen den Zellen der Hautdrüsen und den der Epidermis stattfindet. Wie auch die Abbildungen auf beiliegenden Tafeln zeigen, so sind die Zellen der Epidermis meistens ungefärbt und wasserhell; ja nur in sehr seltenen Fällen finden sich feste Gebilde darin, als z. B. grüngefärbte Kügelchen oder mehr oder weniger grofse und einzeln vorkommende ungefärbte Ballen. Die Zellen der Hautdrüsen sind dagegen immer mit mehr oder weniger stark grüngefärbten Kügelchen gefüllt, so dafs sie meistens ganz undurchsichtig werden, wie man es an der Abbildung dieses Organes aus einer Tradescantia beobachten kann. Bei eben dieser Pflanze sind die grüngefärbten Kügelchen im Inneren der Zellen viel gröfser und ganz elliptisch, während die der Hautdrüsen fast ganz vollkommen rund und kleiner sind. Aufser diesen festen grüngefärbten Massen finden sich auch noch öfters ganz weiche und grüngefärbte Schleimmassen, welche

*) The anatomy of pl. Tab. XLVIII.
**) Mém. sur l'organ. des plant. pag. 308.

Digitized by Google

dann mehr oder weniger die innere Fläche der Hautdrüsen-Zellen bekleiden, wodurch diese ganz grün erscheinen, während alle anderen, rund um die Hautdrüse stehenden Epidermis-Zellen wasserhell und ohne feste Stoffe in ihrem Inneren auftreten. Ausführlicher kann hierüber erst in der Folge gesprochen werden, hier bemerke ich nur noch, dafs durch Herrn R. Brown zuerst darauf aufmerksam gemacht wurde, dafs sehr häufig aufser den grünen Kügelchen noch in jeder Zelle der Hautdrüse ein einzelnes gröfseres und ungefärbtes Kügelchen vorkommt, welches er mit dem Namen des Kernes der Zelle belegte. Auch Herr Krocker*) bestätigte diese Beobachtung und machte zuerst darauf aufmerksam, was, wie ich glaube, sehr wichtig ist, dafs diese Kerne gerade in der Mitte einer jeden Zelle liegen, so dafs die Spaltöffnung zu jeder Seite einen solchen Kern zu liegen hat. Herr Krocker fand diese gröfseren Zellensaft-Kügelchen zuerst in den Drüsen-Zellen einiger Farrn, als bei Asplenium murinum und Aspidium exaltatum; sie kommen indessen sehr häufig, ja vielleicht auch bei allen Monocotyledonen vor, bei den Liliaceen sind sie sehr grofs.

Durch den so eben geschilderten Inhalt der Zellen der Hautdrüsen, werden diese offenbar noch viel ähnlicher den gewöhnlichen Parenchym-Zellen im Inneren der Pflanze, denn von den übrigen Zellen der Epidermis unterscheiden sich diese Hautdrüsen-Zellen nicht nur durch ihren, meistens so ganz verschiedenartigen Inhalt, sondern auch durch ihre verschiedene Festigkeit; bei der Maceration der Epidermis verschwinden die Hautdrüsen-Zellen eben so schnell, als die übrigen Parenchym-Zellen des Gewächses. Aus dieser Aehnlichkeit zwischen den Hautdrüsen-Zellen und den Parenchym-Zellen im Inneren der Pflanze, scheint auch eine ähnliche Function dieser beiden, so verschieden gelagerten Arten von Zellen abzuleiten zu

*) l. c. p 11.

Digitized by Google

sein, wenigstens mufs in ihnen ein viel thätigerer Lebensprozefs als in den übrigen Zellen der Epidermis stattfinden, also auch eine stärkere Aushauchung der Wasserdämpfe erfolgen, worüber in dem folgenden Abschnitte mehr gesprochen werden wird.

Nach dieser speciellen Betrachtung über den Bau und das Auftreten der Zellen, welche die Hautdrüse bilden, kommen wir nochmals auf die Spalte zurück, welche zwischen den beiden inneren Rändern der Hautdrüsen-Zellen gelegen ist. Es wurde schon früher bemerkt, dafs man, gleich bei der Entdeckung dieser Organe, in der Mitte der beiden Zellen eine Oeffnung erkannte, welche später den Namen der Spaltöffnung erhielt. Da diese Spaltöffnung bei manchen Pflanzen so aufserordentlich grofs ist, dafs sie schon bei schwächeren Vergröfserungen deutlich als eine offene Spalte erscheint, welche zuweilen, wie z. B. bei den Tradescantien (Tab. V. Fig. 9.), bei Piper spurium (Tab. V. Fig. 7.) u. s. w. fast ganz rund auftritt, so erkannte man hierin eine wirkliche Oeffnung, welche zwischen den beiden Hautdrüsen-Zellen gelegen ist, und von diesen zu gewissen Zeiten geschlossen werden kann, ja dafs durch diese Oeffnungen der Hautdrüsen eine offene Communication zwischen der Atmosphäre und der Luft im Inneren der Pflanzensubstanz vor sich gehen kann.

Comparetti glaubte beobachtet zu haben, dafs die Spalte der Hautdrüsen bei Tage geöffnet und Nachts geschlossen wäre; Moldenhawer fand sie bei regnigtem Wetter geschlossen und Sprengel gab an, dafs die Spaltöffnungen des Morgens mehr und Abends weniger geöffnet wären. Schon aus diesen, sich etwas widersprechenden Beobachtungen wird man erkennen, dafs es sich mit dieser Erscheinung keineswegs so regelmäfsig verhält, auch wird man sich durch eigene Beobachtungen zu jeder Tageszeit und bei der verschiedensten Witterung überzeugen können, dafs man immer stark geöffnete Spaltöffnun-

Digitized by Google

gen neben weniger geöffneten und neben ganz geschlossenen vorfindet, wie ich mich bei den Mohn-Pflanzen und bei dem Tropaeolum majus noch im vergangenen Sommer durch eine Reihe von Beobachtungen überzeugt habe. Mir schien es dagegen, dafs die Breite der Spaltöffnung durch die verschiedene Turgescens der Drüsen-Zellen verändert würde. Die Spalte schliefst sich, wenn die Haut der Drüsen-Zellen trocken wird, dagegen öffnet sie sich wieder durch Zufluſs von Feuchtigkeit.

Auch läfst sich beobachten, dafs die Spaltöffnungen einer abgezogenen zarten Epidermis durch Einwirkung von Alkohol reagiren; zuweilen sah ich, dafs sich einige geschlossene Hautdrüsen öffneten, doch in anderen Fällen fand ich wieder, dafs sich geöffnete Hautdrüsen durch Einwirkung desselben Stoffes schlossen. Ich zweifele jedoch nicht, dafs sich auf diese Weise, durch fortgesetzte Beobachtungen etwas Bestimmtes über diesen Gegenstand wird ermitteln lassen.

Ich möchte indessen die Ansicht vertheidigen, dafs die Hautdrüsen bei ihrem Nebengeschäfte, nämlich dem Oeffnen und Schliefsen der darunter liegenden Luft-führenden Höhlen, die Natur der Drüsen besitzen, dafs sie nämlich die Aushauchung der Wasserdämpfe und der darin enthaltenen Gasarten bewirken. Diesen Vorgang, welchen man die Transpiration der Pflanzen nennt, mufs man den Hautdrüsen zuschreiben, und dafs er eine wahre Excretion ist, hat schon Herr Link *) mit Bestimmtheit ausgesprochen. Dafs diesen Hautdrüsen das Geschäft der Secretion und Excretion gar nicht fremd ist, geht schon aus der früheren Beobachtung des Herrn Link hervor, dafs nämlich die Hautdrüsen auf den Blättern der Coniferen der Diosma-Arten u. s. w., sehr häufig mit einer Masse Harz bedeckt sind; Herr Brongniart **) hat diese Harz-

*) Elementa philos. bot. p. 397.

**) Recherch. sur la structure des feuilles. — Ann. des scienc. nat. T. XXI. p. 420. Pl. 18. Fig. 1.

Digitized by Google

ablagerung auf einer Zeichnung recht gut dargestellt und von der Richtigkeit der Angabe kann man sich, an alten Coniferen-Blättern, täglich überzeugen. Neuerlichst hat Herr Unger *) auch an den Wänden der Drüsen-Zellen von Splachnum ampulaceum eine harzige Excretionsmasse beobachtet, und ich selbst habe eine schleimig harzige Masse auf der Oberfläche und in den Spalten der Hautdrüsen bei sehr verschiedenen Pflanzen, als bei Piper spurium, bei Tradescantien, bei dem Mohne etc. beobachtet, doch sind 400malige Vergrößerungen zu diesen Beobachtungen am vortheilhaftesten, bei schwachen Vergrößerungen erkennt man davon gar nichts. Ja bei Aloe-Arten finde ich zuweilen die ganze Grube, welche zur Spaltöffnung führt, mit einem, dem Aloe-Harze ganz ähnlichem Stoffe gefüllt.

Auch ist noch ganz besonders zu bemerken, dafs die Hautdrüsen selbst aus Zellen von einer zarteren und saftigeren Structur gebildet werden, als diejenigen Zellen, welche die Epidermis darstellen, worin die Drüsen sitzen; es ist bekannt, wie die Drüsen-Zellen mit grüngefärbten Zellensaft-Kügelchen gefärbt sind und dafs sie noch Zellensaft enthalten, während oft die Zellen der angrenzenden Epidermis mit Luft gefüllt sind, was ebenfalls sehr wohl zu erkennen ist. Aus dieser Structur läfst sich schliefsen, dafs die Vegetation in diesen Hautdrüsen eine viel lebhaftere sein mufs, als in den angrenzenden Epidermis-Zellen, daher auch hier die Transpiration in so grofsen Massen sich zeigt.

Es war indessen eine Zeit, in welcher das Vorhandensein der Spalten zwischen den Zellen dieser Drüsen von mehreren Phytotomen in Zweifel gestellt wurde, so z. B. von Herrn Mirbel **). Herr Nees v. Esenbeck ***) trat dieser Ansicht bei und meinte, dafs die Spalten, ge-

*) Die Exantheme etc. pag. 42.
**) Ann. du Mus. XV. et Elemens d. Phys. I. pag. 36.
***) Handbuch der Botanik. I. pag. 615.

Digitized by Google

nauer betrachtet, durch eine feine Membran geschlossen wäre. Auch ich habe eine ähnliche Ansicht in der Phytotomie über der Spaltöffnung ausgesprochen; ich glaubte beobachtet zu haben, dafs über der Hautdrüse noch eine besondere Zelle gelegen sei, an welcher eigentlich die Drüse befestigt und dadurch auch geschlossen wäre. Die Spalte zwischen den beiden Zellen der Hautdrüse habe ich eben sowohl gesehen, wie andere Beobachter, und auch dieselbe auf den Tafeln hinreichend grofs abgebildet, auch habe ich bald nachher auf gut gelungenen Querschnitten das Nichtvorhandensein jener Zellen erkannt, welche über den Hautdrüsen gelagert sein sollten. Doch alle diese Beobachtungen finden sich schon in der angeführten Abhandlung von Jurine, und hierüber haben die neuesten Beobachter nur wenig Neues bekannt zu machen gehabt. Die Herren Amici, Brongniart, Mohl, Unger, Krocker und Andere, haben in den letzteren Zeiten das Dasein der Spaltöffnung auf das Bestimmteste nachzuweisen gesucht, wozu sie öfters besondere Operationen mit dem zu beobachtenden Objekte vornahmen. Herr Brongniart *) giebt an in einem Falle beobachtet zu haben, dafs sich in der Spaltöffnung eine Luftblase befand, wozu er eine Abbildung auf Tab. VI. Fig. 1. bei b seiner Abhandlung mitgetheilt hat. Herr Mohl **) erhielt aus seinen Untersuchungen über die Hautdrüsen der Proteaceen das Resultat, dafs die Pflanzen wirkliche, wenn auch in den meisten Fällen sehr schmale Spaltöffnungen besitzen. Herr Unger ***) spricht sich ebenfalls auf das Bestimmteste über das Dasein der Spalte zwischen den Drüsen-Zellen aus, und giebt Abbildungen, mit welchen er zeigt, wie selbst die kleinen Hautpilze aus den Spaltöffnungen der Hautdrüsen hervorwachsen. Auch machte er ein kleines Experiment mit der abgezogenen Epidermis, welches mir ebenfalls mehrmals geglückt

*) l. c. p. 429.
**) l. c. p. 793.
***) l. c. p. 40.

Digitized by Google

ist und welches sehr wohl für das Dasein der wirklichen Oeffnung zwischen den Zellen der Hautdrüse spricht. Herr Unger legte nämlich angefeuchtete Stückchen abgezogener und unverletzter Epidermis auf weifses Papier und tröpfelte etwas Tinte darauf; nach dem Trocknen dieser Epidermis fand er, dafs die Tinte durch die kleinen Spaltöffnungen gedrungen war, und dafs dadurch das Papier mit feinen schwarzen Pünktchen bedeckt worden war. Ich selbst machte den Versuch mit der Epidermis von der unteren Blattfläche der Vicia Faba, und mit einer Loupe konnte ich die feinen schwarzen Pünktchen sehr wohl unterscheiden, welche auf diese Weise durch den Durchgang der Tinte entstanden waren. Herr Krocker *) hat sogar den Durchgang der Lichtstrahlen durch die Spaltöffnung beobachtet, so dafs also gegenwärtig, nachdem auch Herr Mirbel in seinen neuesten Arbeiten das Dasein der Spalte nicht mehr bestreitet, ganz allgemein die sogenannte Spaltöffnung zwischen den beiden Zellen der Hautdrüse, als eine wirkliche Oeffnung anerkannt, was denn auch bei den starken Vergröfserungen, welche die neueren Mikroskope darbieten, ganz besonders bei gewissen Pflanzen, wie z. B. bei den saftigen Monocotyledonen ganz leicht und deutlich zu sehen ist.

Zur Beweisführung, dafs die Hautdrüsen mit wirklichen Spalten versehen sind, stellte schon Jurine die interessanten Versuche mit der Luftpumpe an, welche neuerlichst von Herrn Dutrochet **) wiederholt und sehr erweitert worden sind. Jurine ***) legte Blätter der Olea fragans unter Wasser und stellte das Ganze unter den Recipienten einer Luftpumpe. Sobald er die Luft verdünnte, traten auf der unteren Fläche jener Blätter kleine Luftbläschen hervor und zwar gerade aus denjenigen Stel-

*) l. c. p. 11.

**) Ann. des scienc. nat. Tom. XXV. Mars 1832. — Uebersetzt in Froriep's Notizen von 1832. Bd. XXXIV. pag. 736.

***) l. c. Journ. de Phys. LVI. pag. 185.

Digitized by Google

len, wo die Spaltöffnungen gelagert waren. Herr Dutrochet stellte viele ähnliche Experimente an und er fand, dafs nachdem die Luft aus dem Inneren der Blätter durch die Spaltöffnung gepumpt worden war, dafs dann sogleich das Wasser in die Spaltöffnungen hineintrete, wenn man wieder den aufgehobenen Luftdruck nachlasse. So sah Herr Dutrochet, wie Blätter mit weifser Unterfläche, oder mit weifsen Flecken auf der Oberfläche, unter der Luftpumpe behandelt, ihre Farbe verloren, sobald das Wasser in Stelle der Luft durch die Spaltöffnungen der Hautdrüse trat.

Bei den Blättern der Nymphaea alba und der N. lutea glückte dieses Experiment nicht, was aber leicht zu erklären ist, indem einmal die untere Fläche dieser Blätter ohne Hautdrüsen ist und weil auf der oberen Blattfläche die Hautdrüsen so aufserordentlich klein und mit den darunter liegenden Zellen auf das Innigste verwachsen sind, dafs die Luft, welche in den Luftgängen der unteren Substanz des Blattes befindlich sein möchte, nicht hindurchdringen kann.

Wie gewaltig indessen diese Versuche sind, und weshalb sie eigentlich auch nicht als beweisend anzusehen sind, das wird man daraus sehen, dafs Herr Dutrochet selbst in die Zellen der Haare das Wasser eintreten sah, und weshalb er zu dem unrichtigen Schlusse kam, dafs auch die Höhlen der Haare mit den Lufthöhlen im Inneren des Blattes im offenen Zusammenhange stehen, was aber durchaus nicht der Fall ist.

Die Gröfse und die Anzahl der Hautdrüsen ist bei verschiedenen Pflanzen und auf verschiedenen Pflanzentheilen gar sehr verschieden. Bei succulenten Pflanzen, wie z. B. bei den Cactus-, Aloe- und Agave-Arten, wie auch bei den Liliaceen sind die Hautdrüsen sehr grofs; ja im Allgemeinen sind hier die gröfsten beobachtet worden. Dagegen haben Pflanzen von fester, lederartiger, so wie auch von sehr zarter Struktur nur äufserst kleine Hautdrüsen. Die Monocotyledonen haben im Allgemeinen gröfsere Haut-

Digitized by Google

drüsen als die Dicotyledonen, aber je gröfser diese Organe sind, um so geringer ist ihre Anzahl auf einem bestimmten Raume, und so auch umgekehrt; sie treten nämlich in gröfserer Anzahl auf um so kleiner sie sind. Im Allgemeinen möchte Rudolphi's *) Ausspruch, dafs die Gröfse der Hautdrüsen in einem directen Verhältnisse mit der Substanz des Blattes steht, ganz richtig sein.

Die Gröfse der Hautdrüsen ist jedoch an einer und derselben Pflanze nicht immer gleich; so sind sie z. B. kleiner auf der unteren Blattfläche, als auf der oberen bei Saccharum officinarum. Auf den Blättern der Impatiens Balsamina verhält es sich daselbst noch anders; die Epidermis der unteren Blattfläche hat bei dieser Pflanze sehr unregelmäfsig geschlängelte Zellen und linienförmig elliptische Hautdrüsen, während die der oberen Blattfläche etwas kürzer und fast oval sind. Dergleichen kleine Verschiedenheiten kommen fast bei allen Pflanzen vor.

Bei der Zählung der Menge der Hautdrüsen für einen bestimmten Raum sei man wegen der Stelle vorsichtig, wo man diese Zählung vornimmt, denn dadurch können sehr grofse Verschiedenheiten in den Resultaten entstehen, wenn man die Zählung an verschiedenen Theilen eines Blattes vornimmt. An der Basis der Blätter, besonders wenn sie ungestielt sind, ist die Anzahl der Hautdrüsen um vieles geringer, als in der Mitte der Blattfläche. Auch haben junge, noch nicht völlig ausgewachsene Blätter, verhältnifsmäfsig auf gleich grofsem Raume viel mehr Hautdrüsen, als alte und ausgewachsene Blätter. So zählte Herr Alexander von Humboldt auf einer Quadrat-Linie eines Blattes der Agave 55 Hautdrüsen, und Herr Krocker jun. zählte 130; ich selbst fand auf der Oberfläche eines Blattes von $1\frac{1}{2}$ Fufs Länge nur 110 Hautdrüsen. *Aber auch* noch in anderer Hinsicht ist die Zahl der *Hautdrüsen an* verschiedenen Stellen der Blätter sehr verschieden; bei solchen Pflanzen z. B. wie bei den Coniferen, den Equi-

*) Anatomie der Pflanzen pag. 99.

Digitized by Google

setaceen und den Gräsern etc., wo diese Organe reihenförmig gestellt und nur auf gewisse Stellen der Blätter beschränkt sind, da zeigen die angrenzenden Räume der Epidermis wenig oder gar keine Hautdrüsen und daher kommt es, dafs die Anzahl derselben bei den Coniferen und den Gräsern verhältnifsmäfsig so sehr gering ist.

Die Zählung der Hautdrüsen verrichtet man am leichtesten mit einer Glasplatte, worin eine Quadratlinie vielfach getheilt eingeätzt ist, wie man sie bei den Mikroskopen von Herrn Ploessl miterhält. Herr Ploessl hat eine Duodecimal-Quadratlinie mit 29 Linien durchzogen und diese abermals mit 29 Linien getheilt, so dafs man dadurch 300 Quadrate erhalten hat, über welche man die zu beobachtende Epidermis legt; es ist gewifs hinreichend, wenn man nur die Menge der Hautdrüsen zählt, welche über 12 bis 16 solcher kleiner Quadrate gelagert ist, denn die Fehler würden gewifs noch gröfser werden, wollte man die vielen Hunderte und Tausende dieser Organe zählen, welche oftmals eine einzelne Quadratlinie bedecken.

Schon Sprengel zählte die Hautdrüse bei der weifsen Lilie, und fand auf der oberen Blattfläche, in einem Raume von einer Quadratlinie nur 24, dagegen auf der unteren Fläche 120. Hedwig zählte bei Lilium bulbiferum auf einer Quadratlinie 577. Herr Kieser fand bei der gemeinen Bohne 2000. Bei der Tradescantia discolor fand Sprengel 56 u. s. w. Nach diesen und mehreren eigenen Zählungen giebt Herr Unger im Allgemeinen an, dafs etwa 120 von den gröfseren Hautdrüsen auf einer Quadratlinie vorkämen, dafs dagegen ihre Anzahl bei sehr kleinen Hautdrüsen über 5 und 600 steige.

Die gröfste Menge von Zählungen der Hautdrüsen bei verschiedenen Pflanzen, verbunden mit Messungen über die Länge der Hautdrüsen, hat Herr Krocker jun. auf einer Tabelle zu seiner, so oft angeführten interessanten Dissertation geliefert. In geringster Anzahl beobachtete er die Hautdrüsen bei Pinus halepensis, nämlich nur 19 auf der Quadratlinie und sie waren 0,037 Linien lang. Pinus Abies

Digitized by Google

hatte 25 von 0,021 Linie Länge. Aloe nigricans 50 bei 0,031 Linie Länge. Dagegen zeigte Asclepias curassavica 1000 Hautdrüsen auf einer Quadrat-Linie; ihre Gröfse betrug dagegen nur 0,016 Linie. Ein junges Blatt von Portulaca oleracea zeigte 1040 bei 0,017 Linie Länge, während das alte Blatt dieser Pflanze nur 130 Hautdrüsen von 0,03 Linie Länge auf der Quadratlinie zeigte. Nymphaea coerulea zeigte 2216 bei 0,012 Linie Länge, Citrus aurantium 2846 bei 0,01 Linie Länge und Solanum sanctum sogar 3116 bei 0,01 Linie Länge. 1500—1600 Hautdrüsen kommen auf der Quadratlinie bei sehr vielen Pflanzen vor.

Zählungen der Art sind gegenwärtig leicht zu veranstalten, indem allen neueren Mikroskopen dergleichen Mefsapparate mitgegeben werden.

Einige besondere Bemerkungen müssen wir noch nachträglich über die Hautdrüsen auf den Blättern des Oleanders beifügen, da die Phytotomen schon seit langer Zeit über diesen Gegenstand im Streite leben. Es kommen nämlich auf der untern Blattfläche des Oleanders kleine Grübchen vor, welche ganz mit feinen Härchen gefüllt sind; man kann sie schon mit bloſsem Auge bemerken, und Malpighi in seiner Pflanzen-Anatomie bildete dieselben schon in Fig. 106. Tab. XX. wenn gleich sehr roh ab. Man sah diese Höhlen für Oeffnungen an, und brachte sie auch mit den sogenannten Spaltöffnungen in eine und dieselbe Klasse, bis endlich Rudolphi nachwies, dafs es ganz eigenthümliche Gebilde wären, und dafs aufser ihnen noch kleine Hautdrüsen auf der Epidermis der unteren Blattfläche des Oleanders vorkommen. Neuerlichst hat dagegen Herr Brongniart den Blättern des Oleanders von Neuem die Hautdrüsen abgesprochen; er sah dafür jene, mit Härchen gefüllten Höhlen für Stellvertreter der Hautdrüsen an, ganz wie es Krocker sen. in seiner bekannten Schrift über die Epidermis der Pflanzen that. Ja auch Herr Krocker jun.*) erklärt die Beobachtung Rudolphi's über das Vorkommen

*) L. c. pag 13.

Digitized by Google

der Hautdrüsen bei dem Oleander für unrichtig, beobachtete jedoch, dafs die Hautdrüsen in der Tiefe jener, mit Härchen gefüllten Höhlungen befindlich wären. Ich weifs nicht, wie man dazu gekommen ist, Rudolphi's Beobachtung in diesem Punkte zu bestreiten, denn mir gelingt es, fast auf jedem Schnitte die Hautdrüsen auf der Epidermis der Oleander-Blätter zu beobachten; allerdings treten sie nur in sehr geringer Anzahl auf, doch an den Wänden jener mit Haaren gefüllten Höhlen kommen die Hautdrüsen in um so gröfserer Anzahl vor.

Diese eigenthümlichen Grübchen auf der unteren Blattfläche von Nerium-Pflanzen, welche mit wollartigen Haaren ausgefüllt sind, kommen auch noch bei anderen Pflanzen vor, als z. B. bei mehreren Gattungen der Proteaceen. Bemerkenswerth ist es, dafs alle diese Pflanzen entweder gar keine Hautdrüsen oder nur äufserst wenige derselben haben. Dryandra plumosa hat Löcher und kleine in sehr geringer Anzahl auftretende Hautdrüsen. Dryandra pterioides hat nur Löcher, die stark mit Wolle gefüllt sind und keine Hautdrüsen, so wie auch der Dryandra falcata und curuata die Hautdrüsen fehlen, wenn sie nicht, wie es wahrcheinlich ist, an den Wänden jener Gruben liegen. Die letzteren Pflanzen haben dagegen auf einzelnen Zellen der Epidermis ganz kurze stumpfendende Härchen, welche nicht selten bräunlich gefärbt sind; auf der horizontalen Ansicht der Epidermis erscheinen sie als kleine doppelte Kreise. Diese kleinen braunen und ganz eigenthümlich abgestutzten Wärzchen, kommen auch noch bei anderen Dryandra-Arten vor.

Die Banksia Baueri hat dieselben grofsen Höhlen auf der unteren Blattfläche, ganz wie bei Dryandra floribunda, doch sind die Härchen daselbst so lang, dafs sie aus den Mündungen der Grübchen hervortreten und fast die ganze Fläche des Blattes bedecken. Fast alle Dryandra-Arten haben diesen merkwürdigen Bau, ebenso auch viele Banksien, aber den Hackeen fehlen diese Gruben, dagegen treten bei diesen die Hautdrüsen in um so gröfserer Anzahl

Digitized by Google

auf und aufserdem noch ganz eigenthümliche Schläuche, welche unmittelbar von der Epidermis zu den Holzbündeln im Inneren des Blattes verlaufen.

Wie es scheint, so ist auch Herr Mohl*) der Meinung, dafs die meisten Hautdrüsen bei den Dryandra- und Banksia-Arten gruppenweise in den mit Haaren besetzten Vertiefungen der unteren Blattfläche vorkommen. Herr R. Brown**) spricht nur von den Hautdrüsen, welche auf der Epidermis zwischen jenen Vertiefungen liegen. Herr R. Brown hat nämlich schon in jener, so eben angeführten Schrift darauf aufmerksam gemacht, dafs diese Grübchen***) nur den Gattungen Banksia und Dryandra zukommen, während die übrigen Gattungen der Proteaceen meistens die Hautdrüsen auf allen Seiten der Blätter aufzuweisen haben. Wir haben schon vorhin die Bemerkung gemacht, dafs diese Grübchen meistens nur mit wenigen Hautdrüsen begleitet sind, dafs dagegen diejenigen Proteaceen, welche keine Grübchen auf der unteren Fläche der Blätter besitzen, dafs diese die gewöhnliche Anzahl von Hautdrüsen zeigen. Man möchte hieraus den Schlufs ziehen, dafs jene Grübchen, welche mehr oder weniger tief in das Diachym der Blätter eindringen und ganz mit langen Härchen ausgekleidet sind, gleichsam die Function der Spaltöffnungen übernehmen, d. h. dafs sie eine erleichterte Communication zwischen der atmosphärischen Luft und der inneren Substanz der Blätter vermitteln. Jene Grübchen sind an ihrem äufseren Rande meistentheils rund oder elliptisch; bei vielen Banksien sind sie dagegen mehr oder weniger unregelmäfsig geformt. Auf Querschnitten ist es hier am leichtesten die Hautdrüse zu beobachten, welche an der inneren Fläche dieser Grübchen liegen.

Nach dieser speciellen Untersuchung über den Bau der Hautdrüsen, welche die offene Respiration der Pflan-

*) L. c. Ueber die Spaltöffnungen der Proteaceen pag. 793.

**) Proteaceae novae, etc. Londini 1830 pag. 34.

***) Foveolae seu Lacunae.

Digitized by Google

zen vermitteln, bleiben uns noch einige Betrachtungen über die Art und Weise übrig, wie sich die Epidermis und die darin befindlichen Hautdrüsen mit den darunterliegenden Zellen verbinden. Ist die Blattsubstanz bedeutend fest, etwa lederartig, so ist auch die Epidermis mit den darunterliegenden Zellenschichten so fest verbunden, dafs selbst die Intercellular-Gänge fehlen, und daher das Abziehen einer solchen Epidermis oft ganz unmöglich ist. Ist das innere Gewebe der Blätter sehr weich und locker, so ist auch die Verbindung zwischen der Epidermis und den darunter liegenden, meistens merenchymatischen Zellen sehr leicht, so dafs man mit Leichtigkeit die ganze Epidermis abziehen kann, ja oftmals treten gleich mehr oder weniger stark erweiterte Intercellular-Gänge dicht unter der Epidermis auf. In solchen Fällen aber, wo die Epidermis aus mehreren Schichten besteht, da sind die Schichten stets so innig verbunden, dafs eine Trennung nicht möglich ist, ja es bleiben nicht einmal Intercellulargänge übrig.

Ueber die grofsen Luftbehälter im Inneren der Pflanzen.

Die Luftgänge oder Luftkanäle, welche im Zellengewebe der Pflanzen auftreten, sind von den erweiterten Intercellulargängen, den eigentlichen Respirationsorganen sehr wesentlich verschieden, obgleich auch sie, ganz wie diese durch Auseinandertreten der Zellenreihen entstehen und mit keinen eigenen Wänden versehen sind. Bei der Bildung der Luftgänge treten jedoch die Zellenreihen nach einer gewissen Regel auseinander; sie ordnen sich dann und verwachsen zu regelmäfsigen Wänden, welche den mit Luft gefüllten Raum genau umschliefsen.

Dafs die Luft, welche in diesen Luftkanälen enthalten ist, von den Zellen abgesondert wird, und nicht etwa aus der Atmosphäre mittelst der Spaltöffnungen und der Intercellulargänge hineingedrungen ist, das beweisen die Wasserpflanzen, welche ganz unter Wasser wachsen und we-

Digitized by Google

der Hautdrüsen mit Spaltöffnungen, noch Intercellulargänge besitzen; demnach mufs man die Luftkanäle als wirkliche Secretions-Organe oder als Secretions-Behälter betrachten. Die Art und Weise, wie diese Luftsecretion durch die Zellen vor sich geht, und wesshalb die Ablagerung des Secretes nur nach einer gewissen Richtung von den, die Luftkanäle einschliefsenden Zellen veranlafst wird, das wissen wir hier eben so wenig, wie bei jeder anderen Secretion, welche im Körper der Pflanzen oder der Thiere auftritt. Hätten wir erst genaue Analysen von der Luft, welche die Luftkanäle zu verschiedenen Zeiten des Wachsthums der Pflanzen enthalten, so würde es schon leichter werden über diesen Gegenstand Vermuthungen aufzustellen, welche aber gegenwärtig fast ganz grundlos sein müfsten. Indessen scheint es mir annehmbar, dafs die Erzeugung der Luft in den Luftkanälen ganz auf dieselbe Weise vor sich geht, wie bei dem Auftreten der Luft in den wahren Intercellulargängen, nach welchen die Zellen wahrscheinlich einen Theil derjenigen Luft austreiben, welche mit den aufgenommen, rohen Nahrungsflüssigkeiten verbunden waren. Und da das Zellengewebe, welches die Seitenwände, sowie die Enden der Luftkanäle darstellt, meistens auch nicht eine Spur von Intercellulargängen aufzuweisen hat, sondern innig mit einander verwachsen ist, so mufs die grofse Masse der Luft in den gemeinschaftlichen Zwischenkanal, wenn ich die Luftkanäle hier so nennen darf, getrieben werden. Was später mit der angesammelten Luft für eine Veränderung vor sich geht, das ist noch Alles unbekannt, obgleich es eigentlich sehr leicht wäre, darüber durch Experimente ins Reine zu kommen.

Diese regelmäfsig gestalteten Luftgänge sind von prismatischer Form; bald sind sie vierseitig, bald 5, 6 und noch mehrseitig, und auch in Hinsicht ihrer Gröfse und besonders in Hinsicht ihrer Länge sind sie aufserordentlich verschieden unter sich. Bei einigen Pflanzen verlaufen diese Luftgänge eine gewisse Strecke und enden dann mehr oder weniger stumpf, bei anderen Pflanzen verlau-

Digitized by Google

fen dagegen diese Kanäle durch die ganzen Theile der Pflanze, worin sie vorkommen, und sind oft mehrere Fufs lang. In beiden Arten bestehen die Seitenwände dieser Kanäle aus säulenförmigen, innig mit einander verwachsenen, etwas länglichen Zellen, so dafs sie keine Intercellulargänge zwischen sich lassen, und stets sind diese Luftkanäle mit ihrer Längenachse nach der Länge der Pflanze gelagert. Jene langen Luftgänge, welche ununterbrochen, oft durch die ganzen Theile der Pflanze verlaufen, zeigen hie und da sehr zarte Querwände, welche in der herangewachsenen Pflanze aus einer flächenförmigen Lage von sternförmigen Zellengewebe bestehen, eine eigenthümliche Bildung, worüber in meiner Phytotomie pag. 85. gesprochen ist. Da diese sternförmigen Zellen zwischen ihren Strahlen grofse Zwischenräume haben, so findet eine ganz offene Communication zwischen den einzelnen Abtheilungen dieser Luftkanäle statt.

Aufserdem ist noch besonders auf die Luftkanäle aufmerksam zu machen, welche in den Holzbündeln sehr vieler Monocotyledonen vorkommen und als solche zuerst durch Herrn Mohl*) erkannt wurden. Bekanntlich treten in den Holzbündeln von Scirpus lacustris*) drei grofse Röhren auf, welche man nach den Querschnitten, als die Oeffnungen der grofsen Spiralröhren ansah. Herr Mohl erkannte jedoch, dafs nur die beiden, neben einanderliegenden und nach Innen gerichteten Röhren, (i. i.), als Spiralröhren zu erkennen sind, dafs dagegen die dritte Röhre (k), welche nach dem Rande des Schaftes liegt, als eine Höhle anzusehen ist, welche durch Auseinandertreten der Zellen gebildet wird, ganz so wie die Bildung der übrigen Luftgänge stattfindet. Herr Mohl fand dergleichen Gebilde noch bei Alisma Plantago, Sagittaria sagittifolia, Cyperus Papyrus etc. Bei dieser letztenPflanze sind sie, wenn man einen recht alten Schaft untersucht, sehr schön

*) De struct. palm. p. XV.
*) S. Tab. II. Fig. 2.

Digitized by Google

von den daneben liegenden metamorphosirten Spiralröhren zu unterscheiden. Man findet nämlich bei dieser Pflanze gar nicht selten, dafs einzelne der Spiralröhren mit einem gelben und festen Stoffe gefüllt sind, so wie auch einzelne Zellen, welche in der Nähe der Holzbündel liegen, mit einem orangegelben Stoffe gefärbt sind. Die dritte Oeffnung in dem Holzbündel, welche dem durchschnittenen Luftkanale angehört, ist dagegen niemals mit einem solchen Safte gefüllt. Auffallend ist es, dafs im Schafte einer sehr alten Papyrus-Pflanze selbst die Membran der Fasergefäfse, welche die Ränder der grofsen Holzbündel umschliefsen oder darstellen, ebenfalls mit einer gelben jedoch sehr hellen Farbe durchdrungen ist, während die Membran der übrigen angrenzenden Zellen, wie immer, wasserhell und ungefärbt erscheint.

Es scheint, dafs jene Luftkanäle ohne irgend eine Unterbrechung durch die ganze Länge der Pflanze verlaufen.

Bei Zea Mays sind noch einige Eigenthümlichkeiten zu bemerken, welche sich bei der Ausbildung dieser Luftgänge wahrnehmen lassen. Bei dieser Pflanze stehen in den grofsen Holzbündeln einmal zwei sehr grofse getüpfelte Spiralröhren neben einander; in dem Winkel, welcher durch ihre Stellung neben einander entsteht, liegen 2 ringförmige Spiralröhren von kleinerer Mündung, welche hintereinander gestellt sind, und dicht neben der letzteren, dieser ringförmigen Spiralröhre befindet sich der Luftgang, welcher im ausgewachsenen Stengel grofser Pflanzen aufserordentlich grofs wird, oft so, dafs die ringförmige Spiralröhre darin zum gröfsten Theile frei liegt und dann, was sehr auffallend ist, bemerkt man keine Haut, welche die einzelnen Ringe zu einer zusammenhängenden Röhre umschliefst, während dieselbe doch unter anderen Verhältnissen recht deutlich zu sehen ist.

Um sich zu überzeugen, dafs die Luftgänge der ersten Art, wovon im vorhergehenden Abschnitte die Rede war, blind enden, mache man nicht nur Längenschnitte, sondern auch Querschnitte durch die einzelnen Theile der Pflanze

Digitized by Google

und wiederhole diese Querschnitte in kurzen Entfernungen. Durchschneidet man z. B. das Blatt von Ceratophyllum demersum auf die angegebene Weise, so wird man bald 2 bald 3 und oft auch noch mehr Oeffnungen von durchschnittenen Luftgängen auf den einzelnen Schnittflächen bemerken, wenn dieselben in gewissen Entfernungen über einander gefertigt waren. Macht man später Längenschnitte durch die Substanz dieses Blattes, so wird man sich vollkommen überzeugen, dafs jene Luftkanäle hie und da blind enden und dafs dann in kleinen Entfernungen wieder andere zum Vorscheine kommen. Dergleichen Luftkanäle kommen bei sehr vielen Wasserpflanzen vor, welche ganz unter Wasser wachsen, z. B. bei der Vallisneria, bei Stratiotes, Ceratophyllum, Myriophyllum, aber auch bei Caltha palustris, Nymphaeen, u. A. m. Das interessante Farrenkraut mit der weichen, parenchymatösen Substanz, welches unter dem Namen Ceratopteris thalictroides am bekanntesten ist, zeigt dergleichen Luftkanäle ebenfalls in den Blattstielen. Bei Myriophyllum sind dagegen die Luftkanäle des Stengels sehr regelmäfsig geformt und radial um den Mittelpunkt gestellt, wobei sie in den Knoten desselben durch dicke Querwände enden; demnach verlaufen sie durch das ganze Internodium ununterbrochen fort. In dem Stengel der Potamogetonen enden die Luftkanäle auf dieselbe Weise gerade in den Knoten, dagegen sind die Luftkanäle in dem Blattstiele des Potamogeton natans, hie und da mit Querwänden von zartem sternförmigen Zellengewebe durchzogen. Bei Menyanthes trifoliata scheinen diese Luftkanäle ununterbrochen durch den ganzen Blattstiel zu laufen, wenigstens glückte es mir nicht das sternförmige Gewebe darin zu beobachten.

In Hinsicht der Stellung, welche die Luftkanäle im Inneren der verschiedenen Gewächse zeigen, findet ebenfalls sehr grofse und höchst bemerkenswerthe Verschiedenheit statt, welche man durch Querschnitte sehr bald auffassen kann. Bald sind die Luftgänge scheinbar ohne alle Regel in der Substanz der Pflanze vertheilt; so findet

Digitized by Google

man im Stiele von Caltha palustris eine Menge von Luftkanälen, aber sie liegen zerstreuet, ohne alle scheinbare Ordnung, hie und da bald einzelne, bald mehrere dieser Kanäle, und ähnlich findet man es in vielen solchen Pflanzen, welche in sumpfigtem Boden oder an den Ufern der Quellen wachsen, als bei dergleichen Veronica- und Ranunculus-Arten.

Wohl in der gröfsten Zahl von Pflanzen sind die Luftkanäle regelmäfsig gestellt, d. h. bald mehr bald weniger, und diese Stellung steht in gewisser Beziehung zu der Vertheilung der Holz- und Bastbündel, obgleich auch regelmäfsig gelagerte Luftkanäle selbst in solchen Pflanzen vorkommen, welche dergleichen zusammengesetzte Theile nicht aufzuweisen haben; wie z. B. bei den Lemna-Arten, vorzüglich aber bei Lemna gibba.

Bei einigen Pflanzen, wie z. B. im Stengel von Myriophyllum spicatum, stehen die Luftkanäle rund um die Mitte in radialer Vertheilung, und werden auf ihren Seiten nur durch eine Wand von einfachen Zellen von einander getrennt. In den Wurzeln von Stratiotes aloides entsteht durch die Stellung der Luftkanäle eine niedliche Bildung, welche auf Querschnitten sichtbar wird. Hier stehen nämlich im Mittelmarke eine Anzahl von kleineren Luftgängen, welche im ausgewachsenen Zustande der Pflanze radial geordnet sind; rund um diesen kleinen Stern von Luftkanälen, ist noch ein zweiter Stern mit gröfseren, aber weiter auseinander stehenden Strahlen. Zu vielen der Beispiele, welche ich hier, so wie im Folgenden anführe, sehe man die Abbildungen, welche zu meiner Harlemer Preisschrift so wie zu der Abhandlung über die Secretionsorgane erschienen sind.

In den häufigeren Fällen ist die Substanz eines Pflanzentheiles, in welcher die Luftkanäle vorkommen, mehr oder weniger ganz damit durchzogen, und auf dem Querschnitte solcher Theile bemerkt man ein niedlich geformtes Netz, dessen Maschen durch die Wände der Luftkanäle dargestellt werden, welche aus einfachen Reihen von säulenför-

Digitized by Google

migen Zellen bestehen. Ein äufserst niedlich geformtes Netz der Art bietet ein Querschnitt aus dem Blattstiele von Patamogeton natans dar, welcher in Fig. 4. Tab. VI. B. der Harlemer Schrift abgebildet ist. Auch im Stengel des Papyrus Antiquorum, wie in sehr vielen andern Cyperaceen ist die Stellung der Luftkanäle bewunderungswürdig schön. Hier ist das Verhältnifs zu den grofsen Holzbündeln, worin sie offenbar stehen, sehr deutlich zu sehen, denn sie sind gleichsam radial um dieselben gestellt.

Die Zellen, welche die Seitenwände dieser zusammengehäuften Luftkanäle bilden, sind sehr fest mit einander verwachsen, so dafs, wie dieses schon früher mehrmals bemerkt wurde, keine Intercellulargänge zurückbleiben und dafs also dadurch auch keine offene seitliche Communication zwischen diesen Luftkanälen stattfindet. In einigen seltenen Fällen ist indessen zu beobachten, dafs in alten Pflanzen, wo sich dergleichen Luftkanäle sehr stark ausdehnen, und vergröfseren müssen, dafs da auch in einzelnen Massen der Zellen der Seitenwände mehr oder weniger grofse Intercellulargänge entstehen, indem sich die Zellen in ihrer seitlichen Verbindung von einander trennen, doch geschieht dann die Bildung der Intercellulargänge ganz in der Art, wie sich die Interstitia in dem sternförmigen Zellengewebe bilden; ja dergleichen Zellen zeigen später auch eine Form, welche offenbar in die der sternförmigen Zellen übergeht. Diese letzteren Bildungen treten übrigens nur an denjenigen Stellen auf, wo die Seitenwände der Luftgänge mit den Querwänden zusammenstofsen, wie ich es besonders deutlich und schön in den angeschwollenen Basen der Blattstiele von Sagittaria indica beobachtet habe. An anderen Stellen der Seitenwände, wie z. B. im Stengel der Utricularien u. s. w. da sind es mehr oder weniger grofse und unregelmäfsige Zwischenräume, welche sich durch Trennung der seitlichen Verbindung der Zellen bilden.

In allen denjenigen Fällen, wovon in den beiden vor-

Digitized by Google

hergehenden Abschnitten die Rede war, sind die Luftgänge in der Art gestellt, dafs sie gleichsam unmittelbar nebeneinander liegen, und nur durch eine einfache Wand von Parenchym-Zellen getrennt werden; man kann dergleichen Luftkanäle: gehäufte Lnftkanäle nennen, um sie von den zerstreut stehenden Luftkanälen zu unterscheiden, worüber im Folgenden die Rede sein wird. Bei den gehäuften Luftkanälen sind die Zellen, wie schon vorher näher beschrieben wurde, in der Art aneinander gereiht, dafs man das ganze Gewebe, zusammengesetztes Zellengewebe nennen könnte, daher auch Herr Link jene Luftkanäle mit Querwänden, mit dem Namen der zusammengesetzten Zellen belegte, während sie Herr Kieser Luftzellen nannte.

In einigen anderen Fällen sind die Seitenwände der Luftkanäle durch zwei und drei Lagen von Zellen gebildet, wie man es zuweilen in der Binse findet, doch sind sie auch in dieses Pflanze am häufigsten nur einfach; ja einfache und gedoppelte Wände gehen hier oftmals von einem und demselben Holzbündel aus, wie dieses selbst in Fig. 2. Tab. II. zu sehen ist.

Bei den zerstreuet stehenden Luftgängen findet man dieselben in gewissen, regelmäfsigen Entfernungen gestellt, so dafs sie durch mehr oder weniger grofse Massen von Zellengewebe von einander getrennt sind. Diese Art des Auftretens der Luftgänge ist bei den Cannaceen, Scitamineen und Musaceen ganz allgemein; durchschneidet man bei solchen Pflanzen den Blattstiel, so sieht man eine ganze Reihe von Luftgängen, welche stets in bestimmten Entfernungen von einander stehen.

Schon in sehr jungen Pflanzen treten die Luftgänge auf, doch wird ihre Anzahl immer gröfser, bis dafs die Pflanze erwachsen ist. Wir haben im Vorhergehenden darzustellen gesucht, dafs sie nur durch ein geregeltes Auseinandertreten der Zellenreihen entstehen; hiemit stimmen aber nicht alle Phytotomen überein. Schon Rudol-

Digitized by Google

phi *), dessen Untersuchungen über die Luftgänge und Lücken der Pflanzen so aufserordentlich zahlreich sind und zugleich die erste genauere Darstellung über diesen Gegenstand veranlafste, machte die Bemerkung, dafs nie eine Spur von zerrissenen Zellengeweben an den Wänden der Luftkanäle der Nymphaea zu finden wäre. Moldenhawer **) dagegen meinte, dafs man nur einen kleinen, ungefähr zwei bis drei Zoll langen Blattstiel der Nymphaea untersuchen dürfe, um die aus sehr kleinen, gewöhnlich sechseckigen Zellen bestehende Substanz zu entdecken, welche ursprünglich diese Lücken ausfülle und man dürfe diese Zellen nur in allmälich älteren Blattstielen verfolgen, um sie allmälich verschrumpfen und in Gestalt einer runzeligen Haut den Wänden der Lücken anhängen zu sehen. Diese so ausführlich mitgetheilte Beobachtung Moldenhawer's scheint mir ein Falsum zu sein, denn ich habe mehrere, so eben aussprossende Blattstiele und Blüthenstiele dieser Pflanze, welche im Winter in meiner Stube trieben, genau beobachtet und daran keine Spur von jenen zerrissenen Zellen zu sehen bekommen, wohl aber habe ich immer das Gegentheil beobachtet und selbst bei Stielen, die weniger, als einen Zoll Länge hatten.

Die sternförmigen Zellen, welche die Querwände in so vielen Luftkanälen bilden, sind anfangs ebenfalls gewöhnliche tafelförmige Parenchym-Zellen, und eben dasselbe ist von dem sternförmigen Zellengewebe zu beobachten, welches in manchen Fällen die einzelnen Abtheilungen der Luftkanäle erfüllt, wozu das Sparganium ramosum das schönste Beispiel liefert. Bei dieser Pflanze sind die einzelnen Abtheilungen der Luftgänge sehr grofs und daher sind auch die sternförmigen Zellen sehr lang und fein auseinander gezogen.

Die Stellung der Querwände in den gehäuften Luftkanälen ist sehr oft nach einer gewissen Regel; man findet nämlich, dafs die Querwände in einer grofsen Anzahl

*) Anatomie der Pflanzen, pag. 145.
**) Beiträge, pag. 168.

Digitized by Google

nebeneinander liegender, gleichgrofser Luftkanäle in einer und derselben Fläche liegen, während sie in einer Menge nahebei liegender Kanäle zwar etwas höher oder tiefer gestellt sind, jedoch auch hier wieder in einer und derselben Ebene liegen. Man sehe z. B. den Blattstiel der Sagittarien, den Stengel der Binse u. s. w.; besonders deutlich ist dieses bei der jungen Binse zu beobachten, wenn dieselbe noch nicht über die Oberfläche des Wassers hervorgetreten ist. Wächst die Pflanze später immer mehr und mehr aus, so verschieben sich auch sehr häufig die Querwände, und die meisten derselben zerreifsen sogar in Folge der zu starken Ausdehnung der Luftgänge, und dann findet man nur einzelne Fetzen an den Seitenwänden derselben anhängen.

Die Blattstiele der Pontederia cordata haben in ihrer Mitte einen sehr grofsen cylindrischen Luftkanal, der in gewissen sehr regelmäfsigen Entfernungen seine Querwände von sternförmigem Zellengewebe aufzuweisen hat. Rund um diesen grofsen Kanal liegen eine Menge von gehäuften Luftgängen, in denen die Querwände nach ganz anderen Gesetzen auftreten. In den Luftkanälen mancher Pflanzen ist es sehr schwer, diese Querwände vom sternförmigen Zellengewebe zu entdecken, und man hat sie manchen Pflanzen abgesprochen, wo sie später einmal zufällig beobachtet wurden. So habe ich gegenwärtig dergleichen Querwände in den Luftkanälen der Calla aethiopica und in Papyrus Antiquorum, so wie in dem Blattstiele von Alisma Plantago beobachtet.

Da die eigenthümliche Form der Zellen es ist, wodurch die Querwände der Luftkanäle vielfach durchlöchert werden, so dafs die verschiedenen, übereinander stehenden Abtheilungen derselben in offener Communication mit einander stehen, so wird eine nähere Beschreibung der verschiedenen Formen dieser Zellen und der dazwischen liegenden erweiterten Intercellular-Gänge nöthig sein.

Bei ganz jungen Pflanzen, wo die Luftkanäle noch nicht zur vollständigen Entwickelung gekommen sind, da

Digitized by Google

sind die Zellen der Querwände, welche später sternförmig werden, noch ganz gewöhnliche vier, fünf, sechs oder siebenseitige Parenchym-Zellen von etwas zusammengedrückter, tafelförmiger Gestalt. Mit dem Gröfserwerden der Luftkanäle dehnen sich auch diese Zellen der Querscheidewände aus, und nun kann man bemerken, dafs sich diese Zellen gerade an den Ecken, wo sie mit den Ecken der daneben liegenden Zellen zusammenstiefsen, von einander trennen, so dafs zuerst an einer jeden solchen Ecke ein kleiner, runder Intercellulargang entsteht. Bei einigen Pflanzen bleibt diese Form für die ganze Lebensdauer, wie z. B. im Blattstiele des Patamogeton natans. Werden diese Intercellulargänge immer gröfser, so erhalten sie den Namen der Interstitia cellularum, welche nichts weiter als erweiterte Intercellulargänge sind.

Dehnen sich mit zunehmendem Alter die Zellen in den Querwänden z. B. bei der Pontederia immer mehr und mehr aus, so werden jene Interstitia allmälig dreieckig, und geht diese Entwickelung noch weiter vor sich, so werden diese Interstitia immer gröfser und gröfser, und ihre dreieckige Form verwandelt sich in eine, mehr oder weniger abgerundete *). Mit dieser aufserordentlichen Vergröfserung der Interstitia werden natürlich die strahlenförmigen Fortsätze der Zellen immer länger und der Körper der Zellen wird dadurch immer kleiner, wie man es bei r, r in Fig. 2. Tab. II. aus der Binse, und in den langen und feinen sternförmigen Zellen sehen kann, welche die Luftkanäle in Sparganium ramosum anfüllen.

Durch die Zahl der Interstitia wird natürlich die Zahl der Strahlen dieser Zellen bedingt, und die Interstitia richten sich wieder nach der Zahl der Ecken und Seiten, welche diese Zellen aufzuweisen haben. War eine solche Zelle in der Jugend auf der horizontalen Ansicht sechsseitig, so hatte sie auch sechs Ecken, und da sich in jeder

*) S. Tab. II. Fig. 11.

Digitized by Google

dieser Ecken ein dreieckiges Interstitium bildet, dessen Winkel gerade in die Seitenflächen der Zelle hineinragen, so entsteht aus jeder früheren Seitenfläche der Zelle ein strahlenförmiger Fortsatz, welcher sich mit demjenigen der angrenzenden Zelle verbindet. Diese Form des sternförmigen Zellengewebes ist eigentlich die einfachste, und ich mache hierbei nur noch auf eine ganz eigenthümliche Modification desselben aufmerksam, welche sich in den Querwänden von Eriophorum vaginatum vorfindet. Die Figuren 5. und 6. Tab. II. geben von diesen so höchst eigenthümlich gestalteten Zellen Darstellungen; auch sie entstehen aus gewöhnlichen sternförmigen, wie man in Fig. 8. ebendaselbst sehen kann, wo erst an den einzelnen Strahlen, wie bei a und b, die sonderbare Veränderung der Form entsteht, wodurch die Zellen in diesem Falle so sehr von den gewöhnlichen sternförmigen abweichen. Bei den strahligen Zellen in Fig. 6. bemerkt man zuerst die aufserordentlich dicke Membran, welche hier durch b bezeichnet ist; in Fig. 7. ist diese dicke Membran wegen der stärkeren Vergröfserung noch viel deutlicher zu sehen. In Fig. 7. findet sich eine einzelne dieser strahligen Zellen nach einer 7 bis 800maligen Vergröfserung dargestellt, und daher wird es bei dieser Figur am leichtesten sein, die eigentliche Organisation dieser Zellen näher nachzuweisen. Der Raum im Inneren, welcher durch a bezeichnet ist, stellt die Zellenhöhle dar, welche rund umher durch die äufserst dicke Wand b, b, b umschlossen wird. Diese Zellenwand zeigt die seitlichen Auswüchse, welche sich strahlenförmig nach den verschiedenen Richtungen hin fortsetzen, und sich z. B. bei d d mit dem Strahle der angrenzenden Zelle verbinden. c c deutet jedesmal den Anfang eines solchen Strahles an, der sich bis zu seinem Ende immer mehr und mehr in die Breite ausdehnt, und mit dem breiten Ende des angrenzenden Strahles e e, bei d d verbunden ist. Die feinen Kanäle, welche bei der Verbindungslinie d d zu sehen sind, liegen in der dicken Membran, welche hier das Ende eines jeden Strahles der

Digitized by Google

beiden verschiedenen Zellen schliefst. Die Zellenhöhle setzt sich, wie bei den übrigen sternförmigen Zellen unmittelbar in den Strahl fort, doch in diesem Falle, wo die Membran so äufserst dick wird, da bleibt nur ein schmaler Kanal übrig, der sich aus der Höhle des Zellenkörpers a nach dem Strahle hin bei f begiebt, und dieser Kanal theilt sich wieder in mehrere kleinere, die mit den Kanälen g, g, g in unmittelbarer Communication stehen, welche sich als Tüpfel in der dicken Scheidewand befinden. In dem grofsen Strahle bei H, kann man den Verlauf des Kanales f und dessen mehrfache Theilung sehr deutlich sehen; aber noch deutlicher sieht man an dem Strahle bei I, wie daselbst die Kanäle in den dicken Zellenwänden unmittelbar auf einander stofsen, ganz so, wie es bei den übrigen Tüpfeln in den dicken Zellenwänden dieser Pflanze statt findet, und wovon Fig. 5. eine sehr getreue Darstellung giebt. Wenn die mit einander verwachsenen Strahlen noch in vollkommener Integrität sind, so ist nur äufserst selten eine Spur von dieser Verwachsungslinie zu erkennen, und dennoch ist die Trennung an dieser Stelle mit Leichtigkeit zu vollziehen. Wenn man diese sternförmigen Zellen auseinanderreifst, so geschieht die Trennung derselben fast immer an diesen Vereinigungslinien der Strahlen.

In Fig. 5. Tab. II. ist der Querschnitt aus ebenderselben Pflanze durch die Seitenscheidewand zweier Luftkanäle geführt, und zwar unmittelbar auf die Querscheidewände, welche hier zu beiden Seiten liegen und aus sternförmigen Zellen bestehen. Die Zellenmasse e e e e ist die durchschnittene Längenscheidewand der angrenzenden Luftkanäle, und in diesen Luftkanälen liegen die Zellen a, a, a etc., deren Strahlen hier, wie bei b und c sehr deutlich zu sehen sind, erst auf der anderen Seite der Zelle stofsen sie mit den Strahlen der angrenzenden Zellen zusammen. Nicht immer ist der Bau dieser dicken Anschwellung an den Vereinigungslinien der Strahlen so deutlich zu sehen, wie in Fig. 8. Tab. II.: meistens

Digitized by Google

erscheint die wulstige Anschwellung so trübe und schattig, wie sie in Fig. 6. ebendaselbst dargestellt ist.

So höchst eigenthümlich in diesem Falle die Form der Zelle ist, so sind hier dennoch nur grofse Interstitia vorhanden, und diese erhalten ihre niedliche Form durch jene wulstigen Anschwellungen, welche die Strahlen an ihrem Vereinigungs-Punkte aufzuweisen haben.

Bei einer anderen Reihe von sternförmigen Zellen treten aufser den grofsen Interstitien, welche, wie früher schon bemerkt worden ist, nur an den Ecken der Zellen erscheinen, auch noch kleinere, oblongische oder elliptische Interstitia auf, und zwar auf den Seiten dieser Zellen, d. h. die Scheidewände der nebeneinander liegenden Zellen zeigen zwischen den zwei grofsen Interstitien noch ein kleineres. Auch dieses Letztere entsteht durch Trennung der Zellenwände. Dieser Gegenstand, der schwer zu beschreiben ist, läfst sich um so leichter an Zeichnungen demonstriren, und ich mache zuerst auf die Abbildungen zu meiner Phytotomie aufmerksam.

In dem sternförmigen Gewebe der Sagittaria sagittifolia *) findet man, ganz regelmäfsig, nur ein einzelnes kleines Interstitium zwischen zwei grofsen. Deutlicher wird man diese ganze Bildung in der Fig. 9. Tab. II. erkennen, wo solche Zellen aus der Basis des Blattstieles von Sagittaria indica dargestellt sind. Hier ist a, a der Körper jeder einzelnen Zelle; b, b, b etc. sind die grofsen Interstitia, welche sich an den Ecken der Zellen finden und deren so viele auftreten, als die Zelle Seitenflächen besitzt. An den verschiedenen Wänden dieser beiden Zellen, welche immer von einem grofsen Interstitium zum anderen verlaufen, kann man abermals kleinere Interstitia bemerken, welche eine ziemlich regelmäfsige oblongische Form zeigen. Bald tritt nur ein einzelnes kleines Interstitium auf, wie die mit c, c, c bezeichneten, bald sind deren zwei, wie bei d, d, bald drei, wie in den Seitenwän-

*) S. Fig. 11. Tab. I. B. zu meiner Harlemer Preisschrift.

Digitized by Google

den e e, e e u. s. w.; ja in der Seitenscheidewand von f f sind dieser kleineren Interstitia 4, und auf der langen Scheidewand g g, sind deren sogar 7 Stück, welche ganz regelmäfsig gestellt, zwischen den beiden grofsen Interstitien von b b gelagert sind. In solchen Fällen wird natürlich die Zahl der Strahlen, welche seitlich vom Körper der Zelle, zwischen den verschiedenen Interstitien liegen, sehr grofs; so hat die eine dieser sechseckigen Zellen in Fig. 9. nicht weniger als 25 Strahlen, während die andere nur 22 hat.

Es kommen aber auch Fälle vor, wo bei dem sternförmigen Zellengewebe die grofsen Interstitia, welche sich sonst an den Ecken der Zellen bilden, ganz und gar fehlen, und statt dessen die kleineren Interstitia in desto gröfserer Anzahl auf den Seiten der Zellen auftreten. Hierdurch erhält ein solches Gewebe ein ganz anderes Ansehen, als das bisher betrachtete sternförmige, und hier ist denn auch diese Benennung ganz unpassend; doch setzt man die Beobachtungen über diesen Gegenstand anhaltend fort, so wird man auf das Entschiedenste dergleichen Uebergänge auffinden, welche darthun, dafs es nur eine Modification des gewöhnlichen sternförmigen Zellengewebes ist.

Der Scirpus lacustris, unsere gemeine Binse, ist die einzige Pflanze, in welcher ich bisher dieses Zellengewebe habe auffinden können. Seitdem ist mir eine Abbildung aus Scirpus lacustris aufgefallen, welche Herr Kieser in seiner berühmten Harlemer Preisschrift (Fig. 5. Tab. II. f.) über denselben Gegenstand mitgetheilt hat. Offenbar ist nur die schwache Vergröfserung daran Schuld, dafs Herr Kieser den Gegenstand ganz verkannte; er giebt nämlich an*), dafs diese Querscheidewand in dem Luftkanale der Binse, welche er dargestellt hat, aus lauter runden und aufserordentlich kleinen Zellen zusammengesetzt sei. Wie ich sogleich zeigen werde, so sind diese angeb-

*) L. c. pag. 314.

Digitized by Google

lich kleinen und runden Zellen nichts Anderes, als die vielen Interstitia, welche sich hier in den Seitenwänden der Zellen bilden, während die grofsen Interstitia ganz fehlen. In Fig. 2. Tab. II. habe ich eine kleine Abbildung von diesen, so merkwürdig gestalteten Zellen gegeben, worüber gegenwärtig ausführlich die Rede ist.

Bei ganz jungen Exemplaren von Scirpus lacustris, welche noch unter Wasser wachsen, sieht man sehr deutlich, dafs das sternförmige Zellengewebe einfache Wände wie gewöhnlich bildet, und dafs dadurch die Luftkanäle in verschiedene kleinere Abtheilungen getheilt werden, welche jedoch durch die Interstitia der Querwände mit einander in ganz offener Communication stehen. Und zwar liegen die meisten dieser Querwände der verschiedenen Luftkanäle in einer und derselben Ebene durch den ganzen Schaft, wodurch derselbe, so lange er noch ganz hellgrün ist, eine Art von Gliederung erhält, welche aber auch nur bei ganz jungen Exemplaren zu bemerken ist. Wird die Pflanze gröfser, treten die Wände der Luftkanäle immer mehr und mehr auseinander, so zerreifsen meistens diese Scheidewände und bleiben dann, wie Fig. 1. Tab. II. zeigt, in mehr oder weniger grofsen Stücken an den Wänden der Luftkanäle hängen. In dem oberen Theile der Binse findet man dagegen das sternförmige Zellengewebe in gröfseren, körperförmig aneinander gereiheten Massen theils die Querwände der Luftkanäle bildend, theils in lockeren Massen die Höhle selbst ausfüllend.

Unter diesen gewöhnlichen Querwänden von sternförmigen Zellengewebe, welche in dem Schafte des Scirpus lacustris vorkommen, findet man hin und wieder einzelne Querwände, welche von so ganz eigenthümlichen Ansehen sind, wie es Fig. 2. Tab. II. bei d d h h zeigt. Hier bemerkt man zuerst eine Anzahl von linienförmig aneinander gereiheten Interstitien, welche in den Seitenwänden der nebeneinander liegenden Zellen vorkommen. Man sehe z. B. die Linien e e und f f, welche nichts Anderes sind, als die seitlichen Vereinigungslinien der drei

Digitized by Google

nebeneinanderliegenden Zellen. Die Wände der nebenanliegenden Zellen haben sich hier an den verschiedenen Punkten von einander getrennt und es sind dadurch die kleinen Interstitia entstanden, ganz auf dieselbe Weise, wie wir dieses bei den grofsen Interstitien des gewöhnlichen sternförmigen Zellengewebes kennen gelernt haben. Höchst eigenthümlich ist es, dafs in diesem Gewebe des Scirpus, wie die Abbildung es darstellt, immer mehrere Zellen von ähnlicher Form nebeneinander liegen, gleichsam als wenn sie zusammen eine gröfsere Zelle ausmachten, und gleich daneben kommen wieder anders geformte und anders gestaltete Zellen vor, welche abermals wie zu einer eigenen Gruppe gehören.

Die Zahl der kleinen Interstitia ist hier sehr grofs, sie sitzen aber nur in den Seiten der Zellen, während die gewöhnlichen grofsen Interstitia, welche in den Ecken der Zellen auftreten, hier gänzlich fehlen. Diese kleinen Interstitia sind indessen nicht immer von gleicher Form und gleicher Gröfse, bald sind sie elliptisch, bald ganz rund, wie in Fig. 4., bald oblongisch, und nur an den gröfseren erkennt man deutlich, dafs es offene Zwischenräume zwischen den nebenanliegenden Zellen sind. Zuweilen findet man aber auch grofse Abweichungen von den vorher beschriebenen Formen, indem nämlich, mehr oder weniger deutlich, die grofsen Interstitia an den Ecken der Zellen auftreten, so wie es in Fig. 3. dargestellt ist, und diese Form giebt uns ganz deutlich den Zusammenhang dieses sonderbaren Zellengewebes mit dem sogenannten sternförmigen Zellengewebe. Die Zelle a ist eine sternförmige; b, b, b, b, b sind die grofsen Interstitia an den 5 Ecken dieser Zelle, während die Seiten dieser Zelle mit einem (c), mit 2 (d) und auch mit 3 (e) kleinen Interstitien besetzt sind. Die Scheidewand ff dagegen, welche den beiden angrenzenden Zellen angehört, ist gleich mit 8 kleinen Interstitien durchbrochen, wobei aber die grofsen an den Ecken der Zelle fehlen.

Eine besondere Beachtung verdienen die eigenthüm-

Digitized by Google

lich geformten Härchen, welche in manchen Fällen auf der Oberfläche der Luftgänge zu beobachten sind, indem sie offenbar zum Respirations-Geschäfte der Pflanzen in einer gewissen Beziehung stehen. Die merkwürdigsten Gebilde der Art sind die sternförmigen getüpfelten Körper und die strahlenförmig ausgewachsenen getüpfelten Haare, welche in den Luftkanälen der Nymphaeen zu beobachten sind, worüber in meiner Phytotomie p. 201 etc. schon sehr ausführlich gehandelt ist, doch die neuen Thatsachen, welche ich über das Vorkommen derselben aufgefunden habe, geben über die Function dieser Härchen ein neues Licht.

Weder Ypey *), noch Jurine **), noch Rudolphi haben diese getüpfelten Haare in den Luftkanälen der Nymphaeen entdeckt, sondern sie waren schon lange vorher dem vielerfahrenen Guettard ***) bekannt, der sie für Härchen erklärte, während sie Jurine noch für Krystalle hielt. Diese Gebilde sind wirkliche membranöse Körper von ähnlicher Gestalt, wie die Haare auf der Oberfläche der Pflanzen, und sie entstehen durch Auswachsen der Wände einzelner Zellen, welche die Luftkanäle einfassen helfen, wobei aber vorher eine sehr bedeutende Verdickung der Wände dieser Zellen stattfindet, welche dann zugleich mit Tüpfelung der Membran begleitet ist. Die Zellen, welche in solche getüpfelte Haare auswachsen, sind immer in den Wänden gelagert, welche zwei oder drei nebeneinander liegende Luftkanäle von einander trennen.

Die Form dieser getüpfelten Haare, deren Membran eine hornartige Härte erlangt, ist sehr verschieden und rein dem räumlichen Verhältnisse der Luftkanäle angemessen. Sind diese nur sehr schmal, so wächst die Zelle nach Unten und nach Oben aus.

---

*) Verhand. uitgegev. door de Hollands. Maatschappijy der Wetensch. te Haarlem. Deel XIV p. 367.

**) Journ. de Phys. LVI. pag. 187. 188. T. VIII. f. 3.

***) Observ. s. l. plantes. II. 1747. pag. 184.

Digitized by Google

Aufserordentlich selten ist es, dafs man diese dickhäutigen Haare ungetüpfelt beobachtet, was mir einigemal im Inneren der Blattsubstanz vorgekommen ist.

Indessen am auffallendsten ist das Vorkommen solcher getüpfelten Haare in der dichten grüngefärbten Substanz, welche unter der Epidermis der oberen Blattfläche gelagert ist, wie ich es bei der Nymphaea alba beobachtet habe. Dicht unter der Epidermis der oberen Blattfläche jener Pflanze sitzen in ziemlich regelmäfsigen Entfernungen dickhäutige cylindrische Schläuche, welche auf ihrer Oberfläche ebenso getüpfelt sind, wie die sternförmigen und strahligen Auswüchse der Zellen in den Wänden der Luftkanäle. Sie beginnen dicht unter der Epidermis mit einer breiten Basis, und verlaufen alsdann durch die ganze dicke, grüngefärbte Schicht von vertikalen Zellen in vertikaler Richtung bis in die Lufthöhlen, welche die lockere Substanz der unteren $\frac{2}{3}$ des Blattes durchziehen; hier in den Lufthöhlen wachsen die Enden dieser getüpfelten Haare mehr oder weniger lang aus, oder sie verästeln sich, je nachdem der Raum der Lufthöhle es gestattet. Die Anzahl dieser getüpfelten Schläuche, welche ebenso mit Luft gefüllt zu sein scheinen, wie die der Seitenwände der Luftkanäle, ist in der Blattsubstanz aufserordentlich grofs; sie treten meistens in Entfernungen von 6 bis 8 Zellen auf, und zwar nach allen Richtungen hin. Wie es mir scheint, so dienen diese vertikalen Schläuche zu einer Erleichterung der Communication zwischen der atmosphärischen Luft und den Höhlen auf der unteren Seite der Blätter. So aufserordentlich grofs auch die Zahl der Hautdrüsen auf der oberen Blattfläche der beiden gemeinen Nymphaeen ist, so habe ich denn doch weder Athemhöhlen unterhalb dieser Hautdrüsen, noch Intercellulargänge in der dichteren Zellenschicht beobachten können, welche unmittelbar zwischen den Lufthöhlen und der Epidermis gelegen ist. Um den Mangel dieser so wichtigen Luftführenden Kanäle zu ersetzen, sind wie mir scheint, jene getüpfelten cylindrischen Schläuche, welche von der in-

Digitized by Google

neren Fläche der Epidermis bis in die Tiefe der Lufthöhlen gehen, angebracht. Und ebenso scheinen diese getüpfelten sternförmigen Haare, welche in den seitlichen Scheidewänden der Luftkanäle vorkommen, gleichfalls nur als Mittel zur Communication der Luft in nebeneinander liegenden Luftkanälen zu dienen, denn da ihre ganze Oberfläche so stark mit Tüpfel bedeckt ist, so mufs der Durchgang der Luft dadurch sehr erleichtert werden.

Gegenwärtig kenne ich nur noch eine einzige Gattung, nämlich die schöne Gattung Hackea, deren Blätter ähnliche Schläuche aufzuweisen hat, wie jene in den Blättern der Nymphaea alba. Dort sind es ebenfalls sehr dickhäutige aber ungetüpfelte Schläuche, welche unmittelbar auf der inneren Fläche der Epidermis liegen und in vertikaler Richtung nach der Mitte des Blattes verlaufen, woselbst sie entweder stumpf oder spitz, einfach oder verästelt enden, ganz wie es in der Abbildung eines Vertikalschnittes dargestellt ist, welche ich aus dem Blatte der Hackea nitida in Fig. 2. Tab. V. meiner Harlemer Schrift mitgetheilt habe. In den Blättern der Hackeen sind diese, oftmals sehr dickhäutigen Schläuche auf beiden Blattflächen vorkommend, und wenn die Blätter nadelförmig sind, so verlaufen sie, von der Oberfläche des Ringes der Holzbündel bis zur Epidermis in radikaler Richtung.

Die Lücken, welche im Inneren der Pflanzen auftreten, sind dagegen diejenigen Luft-führenden Räume oder Aushöhlungen im Zellengewebe, welche durch Zerreifsen und Verschwinden des Zellengewebes entstehen; sie sind nicht nur erweiterte Intercellulargänge wie die Luftkanäle, von denen im Vorhergehenden die Rede war, sondern sie treten zuerst durch wirkliches Zerreifsen der Zellen und nachheriges Auseinandertreten der Zellenmasse auf, wodurch sie sich zuweilen zu einer aufserordentlichen Gröfse entwickeln. Mitunter sind dergleichen Stellen, wo sich später die grofsen Lücken entwickeln, auf irgend eine Weise angedeutet, doch in den meisten Fällen findet dieses nicht statt. So wird z. B. der Blumenstiel von Leon-

Digitized by Google

todon Taraxacum, das Blatt von Allium-Arten, der Stengel der Gräser u. s. w., wo in der erwachsenen Pflanze so grofse Lücken auftreten, in der frühesten Jugend noch ganz mit blasenförmigem Zellengewebe geschlossen, allmälig, während sich der Umfang dieser Theile ausdehnt, reifsen die Zellen im Inneren entzwei, und somit tritt die Lücke auf, die sich täglich immer mehr und mehr vergröfsert, und an den Wänden die Rudimente der zerrissenen Zellen aufzuweisen hat.

Herr Link *) rechnet zu den Lücken, welche er von den Luftkanälen eigentlich nicht scharf trennt, die Röhren im Stamme, im Blattstiele und dem Rhizome, die mit zunehmendem Alter eine sehr bedeutende Erweiterung erleiden. Sie befinden sich meistens in der Achse des Stammes, doch sowohl hier, wie auch im Wurzelstocke, findet man nicht selten, dafs dergleichen Lücken in der Mitte und aufserdem noch rund um die Mitte, in Form eines Kreises auftreten. Ein hohler, mit einer Luft-führenden Lücke durchzogener Stamm, ist bekanntlich auch bei den Dicotyledonen gar nicht selten; der Stamm der Umbellaten, der Syngenesisten, der Labiaten u. s. w. ist meistentheils hohl, doch tritt er auch, und zwar häufig in ganz nahestehenden Pflanzen, bald hohl, bald voll auf.

In den Nodien der Pflanze sind die Lücken gewöhnlich durch Querwände in mehr oder weniger grofse Fächer getheilt, sehr oft treten aber auch dergleichen Querwände in den Internodien, also ganz unabhängig von den Nodien auf, und dann erhalten diese Lücken noch gröfsere Aehnlichkeit mit den wirklichen Luftgängen, welche so oft auf das Regelmäfsigste mit Querwänden durchschnitten sind.

Der regelmäfsigen Stellung wegen, welche die Luftbehälter in dem Stengel der Hippuris- und Equisetum-Pflanzen zeigen, so wie die regelmäfsige Form und Stellung derselben in den Blattnerven und im Blattstiele oder der Blattscheide der Musaceen, veranlafst mehrere Botani-

*) Elem. phil. Bot. Ed. altera I. p. 209.

Digitized by Google

ker, diese Luftbehälter zu den wahren Luftgängen zu bringen, doch die Beobachtungen derselben in verschiedenen Perioden des Lebens der Pflanze, zeigen ganz deutlich, dafs alle diese Luftbehälter zu den Lücken gebracht werden müssen, indem sie durch Zerreifsen des Zellengewebes entstehen und für die ganze Lebensdauer der Pflanze die zerrissenen Zellen an ihren Wänden aufzuweisen haben. Ganz von derselben Art sind die langen Luftbehälter in den Blättern vieler Liliaceen und Pandaneen, welche zwischen den einzelnen Holzbündeln parallel der Längenachse des Blattes verlaufen und hie und da sogar mit Querwänden versehen sind, welche aus sternförmigen Zellengewebe bestehen; durch diese Querwände laufen gewöhnlich einzelne Spiralröhren oder ganze kleine Holzbündel von der Seite der Lücke zu dem Holzbündel der anderen Seite. Zwischen diesen parallel verlaufenden Holzbündeln treten die Lücken auf; sie sind von unbestimmter Länge und hie und da mit Querwänden durchbrochen, welche aus sternförmigen Zellengewebe gebildet sind, das daselbst in Massen auftritt.

Besonders bemerkenswerth sind dergleichen Fälle, wo diejenigen Stellen, in welchen sich später Lücken bilden, anfangs mit einem zarten und eigenthümlich geformten Zellengewebe ausgefüllt sind; dieses Zellengewebe allein ist es dann, welches bei der gröfseren Ausdehnung des Pflanzentheiles zerreifst und endlich spurlos verschwindet, dafs man in der alten Pflanze gewifs nur noch selten etwas auffinden kann, was auf das frühere Dasein desselben schliefsen liefse. In diesen Fällen sind jedoch die späteren Wände der Lücke schon in der jungen Pflanze ganz genau vorgezeichnet und der, durch diese Wände umschlossene Raum ist es eben, welcher mit einem sehr zartrandigen und anders geformten Zellengewebe ausgefüllt wird. In den Blättern der Carices treten die Lücken mitten im dunkelgrüngefärbten Merenchym auf, doch die ganz jungen Lükken sind mit einem grofsmaschigen, sehr zarten und gänzlich ungefärbten Parenchym gefüllt, welches dann später

Digitized by Google

zerreifst und gänzlich verschwindet, so dafs die Lücken in den alten Blättern dieser Pflanzen ganz glatte Wände von Merenchym aufzuweisen haben, dessen Zellen sehr stark mit grüngefärbten Kügelchen gefüllt sind.

In den ganz jungen, in dem Schöfslinge noch zusammengewickelten Blättern von Phragmites communis findet man auf der unteren Hälfte der Blattsubstanz, jedesmal zwischen zwei Holzbündeln, eine oder zwei grofse Zellen ganz ohne gefärbten Inhalt, während die umgebenden Merenchym-Zellen sehr stark mit grünen Kügelchen gefüllt sind. Diese einzeln vorkommenden grofsen Zellen verlaufen unmittelbar von der Epidermis der unteren Blattfläche bis weit über die Mitte der Blattsubstanz, und sie sind es, welche später, wenn sich das Blatt mehr ausdehnt, zerreifsen und den Ursprung zu der Lücke geben, die in dem erwachsenen Blatte durch Auseinandertreten der Zellenmasse oft zu so aufserordentlicher Gröfse gelangen.

Offenbar sind diese, zuletzt angeführten Fälle als die Uebergänge zwischen Lücken und Luftkanälen anzusehen, aber dennoch, wenn auch dergleichen Uebergänge vorhanden sind, mufs man diese, besonders in ihrem Auftreten so verschiedenartigen Behälter im Inneren der Pflanzen von einander trennen, ihnen besondere Namen beilegen, und sie so genau wie möglich zu characterisiren suchen.

Zu den Lücken sind auch die vielen verschiedenartigen Luftbehälter zu zählen, welche sich bei verschiedenen Wasserpflanzen in der Form von angeschwollenen Blattstielen zeigen, so wie auch endlich alle blasenförmigen Anschwellungen, welche in so mannigfaltiger Form bei den Tangen auftreten; sie bilden sich durch Auseinanderweichen der beiden Schichten, woraus die blattartige Ausbreitung der Tangen besteht, und das feine und äufserst zarte Netz von verästelten Zellenreihen, welches zwischen diesen beiden Schichten gelagert ist, zerreifst zum Theil, zum Theil aber bleibt es im Inneren als jene zarten Fäden zurück, welche man in diesem Luftbehälter der Tangen von einer Wand zur andern ausgebreitet findet. Um so

Digitized by Google

auffallender ist das Auftreten ziemlich regelmäfsig gestalteter Luftbehälter in dem stengelartigen Theile des Fucus antarcticus Cham., womit derselbe ganz und gar gefüllt ist. Auf dem Vertikal- oder Querschnitte zeigen sich diese Luftbehälter von derselben Länge, als der stengelartige Theil, worin sie vorkommen, dick ist, demnach sind sie in vertikaler Richtung auf die Fläche dieser Theile gestellt und liegen, gleichsam wie Linienzellen, mit den langen Seitenwänden nebeneinander. Auf den Längenschnitten, welche mit den Flächen des stengelartigen Theiles parallel geführt sind, erkennt man dagegen die Unregelmäfsigkeit in dem Laufe der Wände dieser Luftkanäle; sie sind zwar bald 4, 5 oder 6seitig, die Wände verlaufen aber oftmals mehr oder weniger gewunden, ja zuweilen sehr unregelmäfsig und im Inneren dieser prismatisch geformten Höhlen sind hie und da kleine Stücken von dem zarten Tangengewebe, woraus die ganze Pflanze besteht, an den Wänden anhängend, oder sogar von einer Wand zur anderen aufgespannt.

Neuntes Capitel.

Anderweitige Secretionsbehälter.

Ebenso wie die Luftkanäle und Lücken, welche als Behälter einer abgesonderten Luft anzusehen sind, eigentlich keine eigenen Organe sind, sondern nur Behälter, welche von dem umschliefsenden Zellengewebe gebildet werden, ebenso sind auch die übrigen Secretions-Behälter, welche Gummi, Harz, Balsame und ätherische Oele führen, von denen hier die Rede sein wird, eigentlich nur als regelmäfsig erweiterte Intercellulargänge zu betrachten, denen demnach die eigenen Wände fehlen.

Man pflegte früher alle dergleichen Behälter, welche einen eigenthümlichen, abgesonderten Saft enthielten, mit dem Namen der eigenen Gefäfse (vasa propria) zu

Digitized by Google

belegen, welchen man auch auf die Milchsaft- oder Lebenssaft-führenden wirklichen Gefäfse bezog, wodurch natürlich eine grofse Verwirrung über diesen Gegenstand herrschend wurde. Später trennte Herr Link *) die Secretionsbehälter von den wirklichen Gefäfsen, nannte die ersteren Saftbehälter und begriff die anderen unter dem Namen der vasa propria. Herr Kieser**) erklärte, dafs die Secretionsbehälter nur erweiterte Intercellulargänge wären, und leider wurde diese Ansicht auch auf die Milchsaft-führenden Behälter ausgedehnt, welche jedoch ganz eigenthümliche Gefäfse sind, von denen im nächsten Buche, bei der Betrachtung des Circulations-Systemes der Pflanzen die Rede sein wird. Ueber den Bau der wahren Secretionsbehälter hatte schon Grew***) ganz richtige Ansichten, indem er die der Gattung Rhus und der Tannen beschreibt und abbildet, auch er erkannte schon, dafs sie keine eigenen Wände besitzen, sondern nur durch gedrängtes Zellengewebe gebildet werden. Indessen wie wir es bald bei der speciellen Beschreibung dieser Gebilde kennen lernen werden, so ist auch dieses besondere gedrängte Zellengewebe, zur Darstellung dieser Gänge nicht absolut nöthig, denn sehr häufig erscheinen sie mitten in den gewöhnlich getrennten Parenchym-Zellen. Herr Link †) nennt diese Saftbehälter Opangia, und hat von Neuem erklärt, dafs die Harz- führenden Gänge in den Coniferen mit einer eigenthümlichen Membran umkleidet sind, welche wenigstens in der jungen Pflanze deutlich zu beobachten wäre. Auf den Abbildungen von Längsschnitten, welche Herr Link ††) über diesen Gegenstand publicirt hat, findet sich eine solche Membran der Harzgefäfse dargestellt, doch vermisse ich dieselben gänzlich auf den da-

*) Nachträge. Heft I. p. 27 und Heft II. p. 32.
**) Phytonomie. p. 82.
***) Anat. of pl. pag. 93 u. s. w.
†) Elem. philos. bot. Ed. alt. I. p. 207.
††) Anatomisch-botanische Abbildungen. Tab. VII. f. 2. u. f. 3.

Digitized by Google

neben stehenden Querschnitten in Fig. 1. und Fig. 5., wo die Abbildungen der durchschnittenen Harzgänge ganz mit meinen Beobachtungen übereinstimmen. In der keimenden Conifere ist dieser Gegenstand der Zartheit des Zellengewebes wegen, sehr schwer zu untersuchen, doch leicht erkennt man die Entstehung und den Bau der Harzgänge in den ganz jungen Trieben der mehrjährigen Coniferen, so wie auch in den Blättern derselben, wozu in Fig. 16. Tab. VI. eine Abbildung aus dem Blatte von Pinus sylvestris gegeben ist, und hier ist nirgends eine Spur von einer eigenen Membran zu beobachten. Bei den Gummigängen verhält es sich ganz ähnlich, doch zuweilen, wie z. B. im Blattstiele der Cycas revoluta findet man, dafs die ganze Wand des Ganges durch eine besondere Schicht eigenthümlich geformter Zellen gebildet wird, wovon Fig. 12. Tab. I. eine Darstellung nach einem Querschnitte giebt.

Hier sind nämlich die einzelnen Zellen, welche die allgemeine Wand zusammensetzen, in Form von kleinen Wärzchen erhoben, dafs aber auch dieser Bau zur Absonderung des Gummi's gerade nicht wesentlich ist, das kann man wohl daraus erkennen, dafs bei der Gattung Zamia die Wände der Gummigänge ganz glatt sind. Auch die angeführte Abbildung auf Tab. VI. aus dem Blatte von Pinus sylvestris zeigt eine ganz eigenthümliche Schicht von dickwandigen Pleurenchym-Zellen, welche unmittelbar den Harzgang bilden.

Wir haben schon im Verlaufe dieser Schrift an verschiedenen Stellen angedeutet, dafs die Zellen es sind, welche alle die verschiedenen Stoffe der Pflanzen bilden, auch haben wir in dem ganzen Abschnitte über die Function der Parenchym-Zellen dergleichen Bildungen der Zellen kennen gelernt, ja es wurde schon pag. 209. bis 212. gezeigt, wie selbst ganz eigenthümliche Stoffe, welche man als Secrete oder als Excrete ansehen kann, gerade in den Zellen gebildet und daselbst auch abgelagert wurden, so dafs die Zellen selbst als Secretionsbehälter anzusehen sind. Doch in den meisten Fällen treten für die

Digitized by Google

Absonderung eigenthümlicher Stoffe ganz besondere Behälter auf, deren Wände aus Zellen bestehen, welche jene Stoffe absondern und in die Behälter hineinlagern, ganz auf ähnliche Weise, wie bei der Erzeugung und Ablagerung der Luft in den Intercellulargängen und Lufthöhlen u. s. w. Ja nach dem Stoffe, womit diese Secretionsbehälter gefüllt sind, erhalten sie ihre Benennung, und so haben wir Harz-, Gummi-, Balsam- und Oel-Gänge zu unterscheiden gesucht. Viele von diesen Gängen haben in ihrer Form und ihrem Auftreten die gröfste Aehnlichkeit mit den wirklichen Gefäfsen des Circulations-Systemes der Pflanze, doch auf welche Weise diese dennoch zu unterscheiden sind, das haben wir sehr ausführlich in einer Schrift: Ueber die Secretionsorgane der Pflanzen *), welche mit diesem Buche zu gleicher Zeit erschienen ist, nachgewiesen, worauf ich den geneigten Leser verweise.

Zuweilen treten solche Secretionsbehälter, wie z. B. die Oelgänge, Gummigänge u. s. w. nur in einzelnen Theilen der Pflanze auf, haben also ein sehr beschränktes Vorkommen, während die Harzgänge und Gummigänge in vielen anderen Pflanzen sehr ausgedehnt sind, und gleichsam ein grofses, zusammenhängendes System durch die ganze Pflanze darstellen. Die einzelnen dazu gehörigen Gänge sind nach bestimmten Gesetzen verästelt, und diese communiciren wiederum mit den anderen, daneben liegenden Gängen derselben Art, oft ganz in derselben Art, wie es bei den eigenen, Milchsaft-führenden Gefäfsen der Fall ist, und man kann wohl auf die Ansicht kommen, dafs solche Systeme von Secretionsorganen als Stellvertreter der wirklichen Gefäfssysteme auftreten, worin sich der darin enthaltene Saft bewegt. Ja vielleicht bewegt sich auch jenes Secret, als das Gummi, das flüssige Harz u. s. w. wenigstens zu gewissen Zeiten in seinen Behältern, wie es Herr Link bereits vermuthet, doch so etwas würde schwer zu beobachten sein. Es wäre in der That

*) Berlin 1837. in 4to. Mit 9 Tafeln in 4to.

Digitized by Google

nicht mehr so wunderbar, wenn sich diese Vermuthung bestätigen sollte, denn wir haben kennen gelernt, dafs selbst der ätzende Saft in den Haaren der Loasen jene Rotationsströmung zeigt, worüber in neueren Zeiten so sehr viel geschrieben ist.

Auch lehrt die Beobachtung, dafs Pflanzen mit einem solchen ausgebreiteten Systeme von Harz- oder Gummigängen, keine Spur von jenem eigenen Gefäfssysteme zeigen, worin eine Circulation des Saftes zu beobachten ist, ja es zeigt sich sogar, dafs der, in solchen Gängen abgesonderte Saft, nicht selten eine ganz ähnliche chemische Mischung zeigt, wie der wahre Milchsaft anderer Pflanzen; nur in den quantitativen Verhältnissen, worin diese Stoffe zu einander stehen, herrscht die gröfste Verschiedenheit, und, was ganz allgemein ist, ein Jeder solcher Säfte zeigt zugleich irgend einen oder mehrere eigenthümliche Stoffe.

Die sogenannten Gummi-Harze, welche in unseren Apotheken in so grofser Anzahl vorkommen, sind meistentheils das Produkt der Wurzeln Dolden tragender Gewächse. Es sind aber, wohl in allen Fällen, nur die eingedickten und an der Luft erhärteten Secrete, welche in den Wurzeln der Umbellaten in grofsen eigenthümlichen Secretionsbehältern abgesondert werden, aber keineswegs sind sie aus wirklichen Milch- oder Lebenssäften entstanden.

Man findet eine Menge solcher eingetrockneter Säfte aus den Wurzeln der Umbellaten in Herrn Berzelius Pflanzen-Chemie aufgeführt, und ihre Analysen sind mit angegeben. Das Verhältnifs des Harzes und des Gummi's ist in folgenden Stoffen:

	Assa foetida	Ammoniakgummi	Galbanum	Myrrhe	Sagapenum
Harz:	48,85	72,0	65,8	23,0	50,29
Gummi:	19,4	23,4	27,6	46,0	32,72
Flüchtiges Oel:	4,6	4,0	3,7	2,5	3,73

Digitized by Google

Gummi und Harze sind aber auch diejenigen Stoffe, welche im Milchsafte mancher Pflanze die vorherrschendsten Bestandtheile bilden, ja das Gummigutt zeigt 80 Theile Harz und 19 Theile Gummi; Opium 30,4 Theile Gummi und nur 9 Theile Harz u. s. w.

Ich habe hier nur auf die Aehnlichkeit zwischen den Erzeugnissen einiger Secretionsorgane und denen der wahren Milchsäfte hingedeutet; im zweiten Theile dieses Buches wird von dem Circulations-Systeme der Pflanzen die Rede sein, und da werden wir die Zusammensetzung aller solcher Säfte ausführlich erörtern, ein Gegenstand, der schon gegenwärtig zu sehr überraschenden Resultaten geführt hat.

Digitized by Google

Zweite Abtheilung.

Allgemeine vergleichende Darstellung über die Typen, nach welchen sich die Elementarorgane zur Bildung der Pflanzen aneinanderreihen.

In der vorhergehenden Abtheilung haben wir die Structur der einfachen Elementarorgane kennen gelernt, welche die Pflanzen zusammensetzen, doch geschah dieses unbekümmert der Art und Weise, wie die Aneinanderreihung dieser Organe in den verschiedenen Theilen der Pflanzen, und wie sie in den verschiedenen kleineren und gröfseren Gruppen derselben vorkommt. Zwar wurde schon hie und da im Vorhergehenden angedeutet, wie sich die Elementarorgane aneinanderreihen, um die zusammengesetzten Elementar-Organe, wie z. B. Holzbündel, Bastbündel, u. s. w. darzustellen, doch eine speciellere Untersuchung dieses Gegenstandes wird uns in diesem Abschnitte beschäftigen.

Schon bei der Betrachtung des Zellengewebes der Pflanzen wurde nachgewiesen, dafs die unendlich grofse Zahl der niederen Pflanzen, welche man zu den Pilzen, Flechten, Algen und Moosen zählt, dafs diese nur aus Zellengewebe bestehen, ja es zeigte sich, dafs die Pflanzen ganzer Familien nur aus einzelnen Zellenreihen bestehen, in welchen die einzelnen Zellen noch einen solchen Grad von Selbstständigkeit zeigen, dafs man sie gleichsam als eigene, für sich bestehende Individuen betrachten könnte: ja bei dergleichen Gattungen der niedrigsten Pflanzen, wie bei Protococcus, Palmella, Lepra u. s. w. wird sogar jedes einzelne Individuum aus einer einzelnen Zelle dargestellt, und zu Hunderten und zu Tausenden liegen solche Zellen

Digitized by Google

d. h. solche selbstständige Individuen dicht neben einander und werden meistens durch einen zarten Schleim umfafst; aber ihre Selbstständigkeit beweisen sie dadurch, dafs sie auch einzeln sich ernähren und fortpflanzen.

Diese Angaben, welche allerdings auf Beobachtungen beruhen und als wirkliche Thatsachen anzuerkennen sind, gaben hauptsächlich die Veranlassung zu der, bei vielen Naturforschern sehr beliebten Ansicht von der Metamorphose der einfachsten Pflanzen in zusammengesetztere und vollkommenere Pflanzen; diese Letzteren sollten nämlich durch blofse Aneinanderreihung und Verwachsung einer Menge von einfacheren Pflänzchen entstehen. Die sogenannte Priestleysche grüne Materie, noch ehe sie entsprechend dem neueren Zustande der Algenkunde untersucht worden war, sollte sich bald in Conferven, bald in Infusorien, in Ulven, Flechten und selbst in Moose umwandeln. Das ganze Moosstämmchen und die Blätter der Moose sollten aus zusammengeflochtenen Conferven-Fäden entstanden sein, ja selbst die höheren Pflanzen wären nur als Aneinanderreihungen von Conferven-Fäden anzusehen. Die Herren Agardh*) und Hornschuch**) waren die hauptsächlichsten Begründer dieser Ansichten, welche in neuester Zeit durch die Herren Turpin***) und Kützing †) so weit ausgeführt worden sind, dafs wohl Niemand mehr von denjenigen Botanikern, welche sich speciell mit jenen niederen Pflanzen beschäftigt haben, an die Darstellung der genannten Botaniker glauben wird. Da man nun früher die Priestleysche grüne Materie für eine Masse hielt, welche theils aus noch lebenden, theils aus todten und in Pflanzen umgewandelten Infusorien bestände, so glaubt man sagen zu können, dafs sich die niederen Pflanzen aus todten Infusorien entwickeln; ja der Protococcus viridis soll, wie Herr Hornschuch sagt, ein durch

*) De metamorphosi Algarum Lund. 1820. 8.
**) Nova Acta Acad. C. L. C. X. P. II. pag. 412. etc.
***) Organographie végét. — Mém. d. Mus, 1827.
†) Linnaea v. 1833.

Digitized by Google

die Sonne getödtetes Thier sein.*) Genaue Beobachtungen haben noch nicht gezeigt, dafs Pflanzen aus Infusorien entstehen, oder dafs Infusorien aus Pflanzen hervorgehen! Wenn man in einer Flüssigkeit zuerst die Entstehung von Infusorien beobachtet, und dann das Erscheinen der Algen, gleichzeitig mit dem Verschwinden der Infusorien beobachtet haben will (was gewifs sehr schwer sein möchte!), so ist aus diesen Beobachtungen noch nicht der Schlufs zu ziehen, dafs die Algen aus den verschwundenen Infusorien entstanden sind. Diese Einwendung gilt auch für die neuesten Beobachtungen, welche Herr Hornschuch **) zur Bestätigung seiner früheren Ansichten beigebracht hat, und eine andere Ansicht, welche kürzlich Herr Treviranus***), gleichsam als vermittelnd zwischen den schroffentgegenstehenden Ansichten über diese sogenannte Metamorphose der Thiere in Pflanzen und umgekehrt aufgestellt hat, dafs nämlich die grüne Materie, welche bei den Wasseralgen einen Bestandtheil von ihrem Organismus macht, sich unter Umständen in der Form von Infusorien, unter anderen wieder in ihrem ursprünglichen gebundenen Zustande darstellen solle, ist wohl ebenfalls nicht auf Beobachtungen der Natur gegründet.

Eben so leicht sind die Gründe zu entkräften, welche man für die Ansicht aufgestellt hat, dafs die höheren Pflanzen gleichsam durch Aneinanderreihung einer grofsen Zahl von kleinen und unvollkommenen Pflanzen bestehen. Schon Paula von Schrank †) setzte das Irrige einer solchen Ansicht gegen H. Agardh auseinander; sehr richtig sagte er, dafs wenn auch die Zellen in der Hyacinthe

---

*) Man sehe hierüber meine Abhandlung: Ueber die Priestleysche grüne Materie, wie über die Metamorphose des Protococcus viridis in Priestleya botryoides und in Ulva terrestris. Linnaea von 1827 p. 388.

**) Ueber die Entstehung und Metamorphose den niederen Vegetabilien. — Flora v. 1838. p. 433—446.

***) Physiolog. der Gewächse I. p. 20.

†) S. Flora v. 1823.

Digitized by Google

confervenartige Cylinder darstellen, dafs sie dann noch immer keine wirkliche Conferven sind. Indessen hätte man die Hyacinthe genau untersucht, so würde man gefunden haben, dafs der Bau des Zellengewebes in derselben so verschieden von dem der Conferven-Zellen ist, dafs eine solche Vergleichung schon gar nicht anging. Mit Leichtigkeit trennt man die einzelnen Zellen aus den Reihen, worin sie bei der Hyacinthe zu finden sind, doch die Zellen der Conferven hat noch Niemand zu trennen vermogt und es scheint, als wenn hier in der That nur eine zarte Scheidewand zwischen zwei aufeinanderstehenden Schläuchen der Conferve zu finden ist. Wenn auch Herr Kieser*) die Pflanze als eine Reihe mit Flüssigkeit erfüllter Schläuche ansieht, so ist sie doch noch nicht eine Anhäufung von Conferven, und Herr Kieser wufste sehr wohl, dafs so etwas nur vergleichungsweise gesagt werden dürfe. Bei der Bildung der vollkommeneren Pflanzen findet die ewige Wiederholung der einfachen und unvollkommenen Formen statt, ganz so, wie es überhaupt in der organischen Natur der Fall ist. Die angebliche Zusammenflechtung des Moosstämmchen und der Blätter des Mooses aus Conferven-Fäden, beruht ebenfalls auf einer unrichtigen Beobachtung, wie ich dieses ausführlich genug, wie ich glaube, auseinandergesetzt habe.**) Die junge Moospflanze entsteht nicht etwa aus Conferven, sondern der Saamen der Moose keimt zuerst und seine ersten Bildungen sind confervenartige Fäden, welche man mit dem Namen der Moos-Cotyledonen belegt hat; erst aus der Mitte dieser sogenannten Moos-Cotyledonen erhebt sich das Stämmchen! Man beobachte es nur, und man wird in demselben eine andere Struktur finden, als die der confervenartigen Fäden. Leider sind diese Anfänge der verschiedenen Moosarten, als wirkliche Conferven beschrieben und benannt.

---

*) Phytonomie p. 8.

**) S. meine Beiträge zur Physiologie und Systematik der Algen. Acta Acad. C. L. C. T. XIV. P. II.

Digitized by Google

In einigen grofsen Familien niederer Pflanzen, welche ebenfalls ganz aus Zellengewebe bestehen, tritt dasselbe in verschiedenen Formen auf; gewöhnlich sind es einzelne Bündelchen von langgestreckten, prismatischen Zellen, welche im Inneren des gewöhnlichen Parenchym's vorkommen, und sie scheinen offenbar mehr zur schnelleren Fortführung der Säfte zu dienen, als zur Verarbeitung des aufgenommenen Nahrungssaftes, ein Zweck, welcher in den anderen, den sogenannten vollkommeneren Pflanzen durch die Anwesenheit der Faserzellen und der Spiralröhren noch mehr erleichtert und erreicht wird. Daher vertreten die Bündel der langgestreckten Zellen in den Moosen und Lebermoosen, die Stelle der Holzbündel in den höheren Pflanzen, daher auch bei vielen Wassergewächsen, welche zwar Wurzeln besitzen, aber, da sie ganz unter dem Wasser wachsen, mit der ganzen Oberfläche dasselbe einsaugen, keine Spiralröhren nöthig sind und defshalb auch hier blofse Bündel von langgestreckten prismatischen Zellen in Stelle der Holzbündel erscheinen, wie z. B. bei Vallisneria, Ceratophyllum, Najas, u. s. w. Ja selbst in denjenigen Theilen der vollkommensten Pflanzen, worin die Bewegung des Saftes nur langsam vor sich zu gehen braucht, wie z. B. in der Rinde, da sind ebenfalls zur Ausführung dieses Zweckes nur einzelne Bündel von langgestreckten Zellen vorhanden.

Aufser den verschiedenen Gruppen verschieden geformter Zellen, den verschiedenen Entwickelungsstufen der Spiralröhren und den verschiedenen Behältern, welche durch die Vereinigung jener Gebilde dargestellt werden, treten in den vollkommensten Pflanzen noch die eigenen Gefäfse auf, welche einen Saft führen, welcher dem Blute der Thiere analog ist. Wie aufserordentlich verschieden die Form und die Gröfse jener genannten Gebilde bei der grofsen Zahl von Pflanzen ist, das haben wir in den vorhergehenden Abschnitten nachgewiesen, und hier soll nur die verschiedene Stellung dieser Gebilde, wie sie den verschiedenen grofsen Gruppen der Pflanzen zukommt näher betrachtet werden.

Digitized by Google

Die natürlichste Eintheilung der Pflanzen ist *noch* immer die in Acotyledonen, in Monocotyledonen und in Dicotyledonen, Abtheilungen, welche bekanntlich auf die Struktur und auf die Art der Keimung der Saamen begründet sind, welche aber auch durch die verschiedenen Verhältnisse zu characterisiren sind, worin die einzelnen anatomischen Systeme gegen einander auftreten, wenn auch nicht immer so leicht und so bestimmt, wie es durch die Zahl der Cotyledonen geschieht, womit die Saamen dieser Pflanzen keimen. Indessen sowohl hier als dort fehlt es nicht an Ausnahmen und an Uebergängen, welche die jedesmalige Erkennung dieser verschiedenen Abtheilungen der Gewächse erschweren.

Den niedrigsten Gewächsen fehlten, wie vorher gezeigt wurde die Holzbündel, oft zeigen sie keine Spur davon, oft werden sie durch einzelne Bündel langgestreckter Zellen versehen. Die Anwesenheit oder das Fehlen dieser Holzbündel gab Veranlassung zur Aufstellung zweier grofsen Gruppen unter den Pflanzen, welche Herr Delandolle *) mit den Namen der Zellenpflanzen (plantae cellulares) und der Gefäfspflanzen (plantae vasculares) belegte; diese Abtheilungen sind zwar von vielen Naturforschern angenommen worden, doch glaube ich nachweisen zu können, dafs sie viel weniger richtig sind, als jene, welche sich auf die Zahl der Cotyledonen stützen. Viele Pflanzen, welche durch die Zahl der Cotyledonen, womit sie keimen, zu ganz anderen natürlichen Abtheilungen gehören, werden aus diesen gerissen und zu ganz anderen Gruppen gebracht, wenn man das Fehlen oder das Vorhandensein der Holz- oder sogenannten Gefäfsbündel in Anschlag bringt. Diejenigen Wassergewächse, als die Gattungen, Najas, Vallisneria, Ceratophyllum, Lemna u. s. w. denen die Spiralröhren fehlen, gehören in Hinsicht ihrer Zusammensetzung aus kurzen und langgestreckten Parenchym-Zellen (welche daselbst die Gefäfsbündel vertreten), ganz und gar den

*) Syst. nat. regn. veg. I. Paris, 1818.

Digitized by Google

den Moosen an, oder müssen doch mit diesen in eine Abtheilung gestellt werden, obgleich sie durch ihre Fructifications-Werkzeuge und durch die Früchte so weit von einander verschieden sind. Dagegen giebt es wieder Acotyledonen, wie z. B. die baumartigen Farrn, welche einen sehr starken Holzring zeigen und dadurch von den übrigen Zellenpflanzen, welche meistens den Acotyledonen angehören, ganz entfernt werden. Aber am wenigsten ist es zu billigen, wenn man die Acotyledonen mit dem Namen der Zellen-Pflanzen und die Mono- und Dicotyledonen mit dem Namen der Gefäfspflanzen belegt.

Mehrere Jahre später gab Herr Schultz *) eine Eintheilung des Pflanzenreichs in zwei grofse Abtheilungen; er unterschied die Gewächse in Holzpflanzen (plantae xylinae) und in holzlose Pflanzen (plantae axylae). Diese Eintheilung der Gewächse fällt jedoch mit jener des Herrn Delandolle ganz zusammen, denn die holzlosen Pflanzen sind nichts Anderes als Delandolle's Zellenpflanzen, und die Holzpflanzen fallen mit den Gefäfspflanzen zusammen. Herr Schultz ging allerdings tiefer ein, um auch die Gründe darzulegen, welche die Aufstellung seiner Abtheilungen rechtfertigen sollten; ich glaube jedoch, dafs diese Gründe nach dem gegenwärtigen Zustande der Pflanzen-Physiologie nicht nur hypothetisch, sondern sogar als unzureichend nachzuweisen sind. Herr Schultz glaubt nämlich, dafs die Holzpflanzen mit deutlich getrennten Assimilations- und Bildungsorganen versehen sind, während in den holzlosen Pflanzen diese beiden Systeme noch in einer ununterscheidbaren Einheit vorhanden sind. Hieraus könnte man schliefsen, dafs die Zellen dem Bildungssysteme und die sogenannten Gefäfse, welche die Grundlage der Holzbündel bilden, dem Assimilations-Systeme angehören sollen, eine Annahme, welche jedoch wohl rein hypothetisch sein möchte. Die Zellen sind es, welche die aufgenommene Nahrungsflüssigkeit assimiliren und auch zugleich die neuen

*) Die Natur der lebendigen Pflanze, I. pag. 308. 1823.

Digitized by Google

Stoffe bilden, während die langen Röhren, so wie die Spiralröhren nur zum Zuführen der aufgenommenen Nahrungssäfte dienen. Die Amylum Körner, welche von den Zellen gebildet werden, sind wohl sicherlich aus einem, im Inneren der Zellen selbst assimilirten Nahrungssafte hervorgegangen!

Aufser dem Saamen, welcher durch die Art seines Keimens so äufserst characteristisch für die Eintheilung der Gewächse in gröfsere Gruppen ist, eignet sich kein anderer Theil hiezu, als der Stamm oder Stengel der Gewächse; die Struktur desselben zeigt jene grofsen Abtheilungen in Monocotyledonen, in Dicotyledonen und Acotyledonen fast eben so genau, als die Keimung des Saamens, und daher wollen wir diesen Pflanzentheil zum Gegenstande einer specielleren anatomisch-physiologischen Untersuchung machen, an welchem zugleich die Art des Wachsthumes der Pflanzen am deutlichsten nachgewiesen werden kann.

In dem Stamme der Pflanzen ist der Holzkörper der vorzüglichste Theil, der durch seine Struktur eine anatomische Charakteristik der grofsen Abtheilungen zuläfst, daher nannte ihn Grew; Hauptkörper (mainbody) und Andere nannten ihn: Holzring, Holzlage, Holzschicht, holziger Theil u. s. w. Dieser Holzkörper des Stammes liegt zwischen Rinde und Mark und er besteht entweder aus einem mehr oder weniger dickem Ringe verwachsener Holzbündel, oder aus einem Ringe, worin die einzelnen Holzbündel durch dazwischen liegendes Zellengewebe von einander getrennt sind, oder auch aus ganz zerstreut stehenden Holzbündeln, welche mitten in einem sehr saftigen Zellengewebe auftreten, welches mit dem des Centralmarkes der dikotyledonischen Baumstämme ganz gleich ist.

Digitized by Google

Erstes Capitel.

Ueber den Stamm der Monocotyledonen.

Der Holzkörper des Stammes der Monocotyledonen unterscheidet sich von demjenigen der Dicotyledonen, schon bei dem ersten Anblicke; Daubenton *) zeigte diese Verschiedenheit in dem Baue des Holzes der Palmen und der übrigen baumartigen Gewächse, und Desfontaines **) zeigte, dafs eine solche auffallende Verschiedenheit in dem Baue aller Mono- und Dicotyledonen zu finden sei, woraus zu schliefsen ist, dafs das Dasein von einem oder von zwei Saamenlappen, seinen tiefen Grund in dem eigenthümlichen Baue zeige, welcher jeder dieser grofsen Abtheilungen angehört.

Bei den Monocotyledonen stehen nämlich die Holz- und Bastbündel einzeln, d. h. durch Zellengewebe von einander getrennt, und mehr oder weniger ganz ohne Regel, während sie bei den Dicotyledonen unmittelbar neben einander liegen und somit einen zusammenhängenden festen Holzkörper bilden, oder sie sind wenigstens ganz regelmäfsig gestellt. Allerdings zeigt auch das Holz der Monocotyledonen, wie z. B. dasjenige der Palmen einen zusammenhängenden und zwar sehr festen Holzkörper, aber wenn man hier die Sache genauer betrachtet, so wird man bemerken, dafs die einzelnen Holzbündel, woraus das Palmenholz gebildet wird, immer getrennt auftreten, wenn auch zuweilen sehr dicht und selbst nebeneinander liegend; aber keine Spur einer solchen Vereinigung findet bei diesen Holzbündeln statt; wie es bei der Bildung des Holzringes in den Dicotyledonen der Fall ist, und ebenso

*) Mém. sur l'organisation du bois. Journal Fourcr. 1791. Vol. III. p. 325.

**) Mém. sur l'organisation des monocotyledones. Mém. de l'Institut national des sciences et arts. Sciences math. et phys. T. I. 1803.

Digitized by Google

wenig sind die regelmäfsigen Schichten zu finden, welche bei den Dicotyledonen die Jahresringe zeigen.

Schon seit langer Zeit sind durch Herrn Link *) dergleichen Fälle von Dicotyledonen bekannt geworden, wo die einzelnen Holzbündel niemals in einen Ring zusammenwachsen, sondern immer getrennt bleiben, also ganz ähnlich wie bei den Monocotyledonen. Herr Link **) nennt solches Holz bündelförmig; indessen in allen diesen Fällen ist die Stellung der einzeln stehenden Holzbündel ganz regelmäfsig, und man findet diesen Zustand meistens in allen jungen Stämmchen der Dicotyledonen, ja selbst der Stamm der Coniferen zeigt in der Jugend, und in jeder jungen Sprosse getrennt stehende Holzbündel. Daher kann man mit einem gewissen Rechte die Meinung aufstellen, dafs der Dicotyledonen-Stamm bei seiner Bildung die Form des Monocotyledonen-Stammes durchläuft.

Umgekehrt findet man wieder Monocotyledonen, bei denen zuweilen ein scheinbar regelmäfsiger Holzring auftritt; so glaubt Herr Duvernoy ***) die Entdeckung gemacht zu haben, dafs die Gattung Piper, in Hinsicht ihrer inneren Organisation den vollkommensten Uebergang zwischen Mono- und Dicotyledonen zeige; indessen die Sache verhält sich denn doch wohl etwas anders. Im Stengel der jungen Pfefferpflanzen stehen die Holzbündel zerstreut, ganz so, wie in den keimenden Dicotyledonen, und bei den krautartigen Pfeffer-Arten bleibt diese Anordnung der Holzbündel für die ganze Lebensdauer der Pflanze, doch bei denjenigen Arten, welche einen holzigen Stamm entwickeln, da bildet sich schon im zweiten Jahrestriebe, rund um den Rand des Stengels ein regelmäfsiger, vollkommen geschlossener Holzring, während im Inneren die-

*) Grundlehren der Anatomie und Physiologie der Pflanzen. pag. 146.

**) Elem. phil. bot. Ed. alt. I. p. 243.

***) Untersuchung über Keimung, Bau und Wachsthum der Monocotyledonen. Mit 2 Steindrucktafeln. Stuttgart 1834.

Digitized by Google

ses Ringes die übrigen Holzbündel einzeln und ganz zerstreut stehen. Bei der Bildung dieses geschlossenen Holzringes, welcher mit zunehmendem Alter der Pflanze immer breiter und breiter wird, geschieht nichts weiter, als dafs das Zellengewebe, welches zwischen den einzelnen Holzbündeln dieses Ringes liegt, durch Vergröfserung der Holzbündel zusammengepreſst und dabei horizontal gezogen wird; allerdings entstehen hiedurch Markstrahlen, welche denen in den Wurzeln der Dicotyledonen ganz ähnlich werden. Durch strahlenförmiges Anwachsen der neuen Holzmasse vergröfsert sich in solchen Fällen der Holzring, ganz wie in ähnlichen Fällen bei Dicotyledonen zu beobachten ist.

Eigenthümlich ist dem Monocotyledonen-Stengel das Vorkommen der einzeln stehenden Bastbündel, welche mehr oder weniger grofs, oft dicht unter der Oberfläche liegen; diese Bastbündel kommen nicht nur im Stengel der Gräser und der Palmen vor, sondern sie sind wohl sehr allgemein und ebenso in den Blattstielen und in den Blättern, oft dicht unter der Epidermis liegend zu finden. Diese Bündel von Faser-Zellen vertreten wenigstens zum Theil, die Stelle des Bastes bei den Dicotyledonen, denn sie scheinen den Saft zurückzuführen. Macht man nämlich Schnitte durch diese Bündel, so wird man, schon nach einigen Wochen, eine knotenartige Anschwellung an dem unteren Ende der durchschnittenen Faser-Zellen beobachten, während an dem oberen Ende des nach der Wurzel verlaufenden abgeschnittenen Stückes keine Spur davon zum Vorschein kommt. Untersucht man aber die Faser-Zellen, welche jenen Knoten bilden, so wird man finden, dafs sie sich durch blofse Vergröfserung ihrer Höhle auszeichnen, daher kann man hieraus auf eine Anhäufung des herabsteigenden Saftes schliefsen.

Die Gröfse dieser Bündel von Faser-Zellen ist aufserordentlich verschieden, doch meistens ist in ihrem Vorkommen eine gewisse regelmäfsige Stellung zu beobachten; zwar stehen sie in sehr bestimmten Verhältnissen zu

Digitized by Google

der Stellung der Holzbündel, doch kann man nicht sagen, dafs sie um so kleiner sind, je mehr sie an der Oberfläche des Stengels liegen, wovon man nämlich das Gegentheil auf den Abbildungen der Querschnitte aus der Binse in Fig. 1. Tab. II. u. s. w. sehen kann. Dafs die Parenchym-Zellen zwischen diesen Bündeln von Faser-Zellen kleiner als gewöhnlich sein sollen, wie es Herr Treviranus beobachtet haben will, ist eben so wenig der Natur entsprechend; wohl aber werden in diesen Fällen die Zellen immer kleiner und dichter, je näher sie der Epidermis des Stengels kommen.

Wenn man den Stamm einer Monocotyledonen-Pflanze, z. B. den einer Palme auf dem Querschnitte betrachtet und ihn mit dem Stamme eines dicotyledonischen Baumes vergleicht, so wird man allerdings in Verlegenheit kommen, alle diejenigen Theile aufzufinden, welche den Stamm der Dicotyledonen zusammensetzen, indessen die Verschiedenheiten sind, dem Wesen nach, keineswegs so grofs, wie es wohl anfangs scheinen möchte. Eine Zellensubstanz, wie diejenige, welche das Mark im Stamme der Dicotyledonen bildet, ist im Palmen-Stamme allerdings nicht zu finden, denn hier ist diese zellige Substanz, welche oft in so grofser Masse das Mark der Palmen bildet, durch und durch mit zerstreut stehenden Holzbündeln oder mit einfachen Bastbündeln durchzogen; ja bei der Gattung Calamus, und überhaupt bei den Rohr-Palmen verholzt selbst dieses markige Zellengewebe und so verliert es fast alle Aehnlichkeit, welche man zwischen demselben und dem Marke der Dicotyledonen aufstellen möchte. Bekanntlich stirbt das Mark im Stamme der Dicotyledonen meistens schon mit dem Ende des ersten Jahres ab, jenes markige Zellengewebe im Stamme der Palmen bleibt dagegen für die ganze Lebensdauer in Thätigkeit, und dieses ist derjenige Theil, in welchem die Palme ihre Reservenahrung niederlegt; daher die grofse Menge von Amylum, welches die Palme zu gewissen Zeiten in ihrem

Digitized by Google

Marke zeigt, und diese Menge von reinem Nahrungsstoffe wird zu der Zeit, wenn die Palme den Spadix treibt, und das Holz gerade in Saft steht, ebenso assimilirt, wie das Amylum, welches sich zur Winterzeit in den Zellen der Markstrahlen der Dicotyledonen-Bäume befindet. Auch in vielen anderen Monocotyledonen bleibt das Markgewebe, welches das Innere des Stengels füllt, ausdauernd und füllt sich zu gewissen Zeiten mit Reservenahrung, ja es giebt auch viele Dicotyledonen, bei welchen das Mark lange Zeit hindurch ausdauert und ebenfalls mehr oder weniger mit Amylum gefüllt ist. Bei einer sehr grofsen Zahl von Monocotyledonen vertrocknet dagegen das Mark in derselben Art, wie das Mark in dem Stamme der Dicotyledonen.

Eine Trennung des markigen Zellengewebes in wirkliches begrenztes Mark und in Markstrahlen, wie es im Stamme der Dicotyledonen vorkommt, ist allerdings im Stamme der Palmen nicht zu finden, aber man wird gewifs sehr bald einsehen, dafs das Innerste dieses Gewebes, welches immer grofsmaschiger wird, je mehr es im Mittelpunkte des Stammes liegt, die Stelle des wahren Markes der Dicotyledonen vertritt; dagegen vertritt derjenige Theil des markigen Zellengewebes, welcher zwischen den Holzbündeln gelagert ist, die Stelle der Markstrahlen in den Dicotyledonen. Diese stellvertretenden Markstrahlen können jedoch nicht von der regelmäfsigen Form wie bei den Dicotyledonen sein, da dort die Stellung der Holzbündel ohne Regel stattfindet, und dieselben, durch die allmälige Ausdehnung des Stammes in die Breite noch immer mehr und mehr auseinander gezogen werden.

Indessen es sind gegenwärtig verschiedene Beobachtungen bekannt geworden, wonach sich zuweilen auch im Stamme der Monocotyledonen, mehr oder weniger regelmäfsige Markstrahlen zeigen, wie z. B. in dem äufseren Holzkörper der alten Glieder stämmiger Pfeffer-Arten; ja selbst in alten Stämmen der Aloe-Arten kommt so etwas

Digitized by Google

vor, und ist von Herrn Link *) durch Abbildungen klar nachgewiesen worden.

In früheren Zeiten waren die Botaniker über die Deutung der verschiedenen Theile des Monocotyledonen-Stammes ganz anderer Ansicht, welche aber gegenwärtig wohl nur noch bei einigen wenigen französischen Botanikern Anklang finden mag. Herr De Candolle theilte die Monocotyledonen in Endogenen und Exogenen ein, oder in Pflanzen, welche von Innen und in Pflanzen, welche von Aufsen wachsen, eine Eintheilung, welche zwar sehr beliebt wurde, aber auf einer irrigen Ansicht beruhte, worüber später die Rede sein wird. Herr De Candolle **) ist der Meinung, dafs das Holz der Palmen dem Holze unserer dicotyledonischen Bäume zu vergleichen sei, das Innere jener Bäume stelle dagegen eine Art von Splint dar. Das Merkwürdigste dabei ist aber, dafs diese beiden Gebilde bei den Monocotyledonen in einer umgekehrten Reihenfolge, wie in den Dicotyledonen stehen sollen, denn bei diesen liegt der Splint auf der äufseren Fläche des Holzkörpers. So sonderbar uns gegenwärtig eine solche Ansicht zu sein scheint, so natürlich erschien sie früher allen denjenigen, welche der bekannten Hypothese Desfontaines über das Wachsthum der Monocotyledonen beistimmten.

Die Holzbündel, welche zerstreut in dem markigen Gewebe stehen und den Holzkörper des Monocotyledonen-Stammes bilden, sind sowohl in Hinsicht ihrer Stellung, als in Hinsicht ihrer Form bei verschiedenen Familien von Monocotyledonen so sehr verschieden, dafs wir hier eine nähere Betrachtung derselben für nöthig halten.

Die Holzbündel der Monocotyledonen bestehen zwar, wie die der Dicotyledonen aus Spiralröhren, langgestreckten prismatischen Parenchym-Zellen und Faser-Zellen, zu dem sich zuweilen noch einige Milchsaftsgefäfse gesellen,

*) Anatomisch-botanische Abbildungen etc. Tab. V. F. 3.
**) Organographie. etc. I. pag. 183.

Digitized by Google

doch sind diese zur Bildung eines Holzbündels wesentlich nicht nöthig. Schneidet man solche Holzbündel der Monocotyledonen quer durch, ein solcher Querschnitt aus der Binse ist z. B. Fig. 2. Tab. II. dargestellt, so findet man den gröfsten Theil desselben aus Zellen zusammengesetzt, welche in Hinsicht ihrer Dimensionen und in Hinsicht der Dicke ihrer Zellenwände, unter sich sehr grofse Verschiedenheiten zeigen. Diejenigen Zellen, welche äufserst dicke, aus vielen Lagen zusammengesetzte Zellenwände zeigen und mit äufserst kleinen Höhlen versehen sind, sind die Faser-Zellen; Herr Mohl *) hat dieselben Bast-Zellen genannt, doch aus Gründen, welche bei einer kritischen Beurtheilung unhaltbar sein möchten. Diese Faser-Zellen bilden gewöhnlich einen grofsen halbmondförmigen Ring, welcher meistens das Holzbündel nach der Rindenseite des Stammes umschliefst, oder auch sich rund um das ganze Holzbündel fortsetzt, so dafs auch die innere, dem Marke zugekehrte Seite des Bündels damit umschlossen wird. Wo dieses aber nicht der Fall ist, wo also die Faser-Zellen nicht rund um das Holzbündel liegen, da wird der innerste Theil des Holzbündels, welcher dem Mittelpunkte des Stengels zu gelegen ist, durch langgestreckte dünnhäutige Parenchym-Zellen gebildet, und diese liegen dann unmittelbar um die Spiralröhren. In jenem, mehr oder weniger deutlich ausgebildeten Ringe von Faser-Zellen, findet man eine Anzahl von dünnhäutigen, sehr langgestreckten prismatischen Zellen, welche meistens eine gröfsere Breitendimension als die Faser-Zellen des umschliefsenden Ringes zeigen; sie sind indessen, selbst unter sich, sowohl in Hinsicht ihrer Form als ihrer Gröfse sehr verschieden, und man kann Fälle nachweisen, wo sie noch kleiner als die Faser-Zellen sind, so wie andere Fälle, als in den Holzbündeln der Dracaena cernua, wo sie sich von den angrenzenden Zellen, welche das markige Parenchym bilden, ganz und gar nicht unter-

*) De structura palmarum. p. 41—43.

Digitized by Google

scheiden, sondern allmälig in einander übergehen. Diese Zellen sind es eben, welche Herr Mohl eigene Gefäfse nennt, sie umschliefsen unmittelbar die Spiralröhren und füllen meistens die ganze Mitte, ja oft auch die Seiten der einzelnen Holzbündel. Diese prismatischen Zellen im Inneren der Holzbündel bei den Monocotyledonen unterscheiden sich allerdings von den gewöhnlichen, meistens auch noch in eben denselben Pflanzen vorkommenden Zellen sehr bedeutend, aber diese Unterschiede sind nicht wesentlich, sondern beschränken sich mehr auf eine geringere Festigkeit der Wände, welche ganz aufserordentlich zart sind; auch zeigen die Wände dieser Zellen niemals ein getüpfeltes Ansehen, während die ähnlich geformten Zellen aufserhalb der Holzbündel fast immer einzelne Tüpfel zeigen. Und ebenso bemerkenswerth ist es, dafs diese Zellen niemals dergleichen Zellensaft-Kügelchen zeigen, wie sie in den übrigen Zellen des Parenchym's vorkommen. Wohl aber kann man zuweilen Pflanzen finden, wo diese Zellen mit einem dicklichen und etwas gefärbten Safte gefüllt sind, doch dieser Saft kommt dann auch noch in vielen anderen Zellen dieser Pflanzen vor, wie ich es z. B. in den parasitischen Orchideen beobachtet habe.

Herr Mohl *) hat diese prismatischen Zellen im Inneren der Holzbündel mit dem Namen der vasa propria belegt, eine Benennung, welche nicht beibehalten werden kann, da dieser Name schon so verschiedenartigen Gegenständen beigelegt worden und zu so vielen Verwechselungen Anlafs gegeben hat, und da ferner nichts berechtigt, diese Gebilde von den Zellen zu trennen. Sie sind zwar öfters sehr lang gestreckt, aber deutlich erkennt man ihre Querwände und fast ebenso leicht kann man ihren allmäligen Uebergang in die dickwandigen Faser-Zellen verfolgen. In Fig. 2. Tab. II. befindet sich ein Querschnitt aus einem Holzbündel von Scirpus lacustris ganz genau dargestellt; i, i sind die durchschnittenen Spi-

*) De structura palmarum. p. 34.

Digitized by Google

ralröhren, k, ein durchschnittener Luftkanal, der im Inneren des Holzbündels liegt, l l und m m sind die Fasern oder Bast-Zellen und alle übrigen dünnwandigen Zellen, welche hier im Inneren des Holzbündels liegen, sind langgestreckte prismatische Parenchym-Zellen, welche, wie es die Zeichnung zeigt, vielfach verschieden, ihrem Volumen nach sind. Herr Mohl giebt an, dafs dergleichen Zellen im Inneren der Holzbündel mit einem opakem Safte gefüllt wären, dieses ist aber, nach meinen Beobachtungen nur ein sehr seltener Fall und wenn derselbe vorkommt, so sind auch noch andere Zellen mit einem solchen Safte gefüllt, daher dieser opake Inhalt der Zellen von keiner so aufserordentlichen Bedeutung sein kann. Wohl aber wäre es diesen Zellen zu wünschen, dafs sie durch einen eigenen Namen bezeichnet würden, denn sie haben den gröfsten Antheil bei der Bildung des Holzbündels, und da sie im Inneren des Bündels liegen und gleichsam das Mark bilden, so könnte man sie Holzbündel-Markzellen nennen, wodurch auch zugleich ihre Function angedeutet würde. Herr Treviranus*) glaubt auszureichen, wenn er diese Zellen mit dem Namen der verlängerten Zellen belegt, zum Unterschiede von den fibrösen Röhren (Faser-Zellen), welche mit jenen die Holzbündel darstellen.

In dem Rhizome von Carex arenaria sind die Holzbündel ganz rund auf ihren Querschnitten, wie dieses auch Herr Treviranus in seiner Physiologie Tab. III. Fig. 26. dargestellt hat; hier bilden die Faser-Zellen einen geschlossenen Ring, die Spiralröhren bilden innerhalb dieses Ringes einen zweiten Ring, und in der Mitte der Spiralröhren liegen jene langgestreckten Parenchym-Zellen von prismatischer Form, welche man für eigene Gefäfse halten möchte. Dieser Fall ist gewifs sehr selten, häufiger dagegen zeigen die Holzbündel der Monocotyledonen auf ihrem Querschnitte eine ovale Form oder die eines Kei-

*) Physiologie der Gewächse. I. pag. 194.

Digitized by Google

les, dessen dickes Ende nach der Rinde und dessen zugespitztes Ende nach dem Mittelpunkte des Stammes gelagert ist. Herr Link *) hat eine Reihe von Abbildungen aus dem Stamme verschiedener Monocotyledonen gegeben, an welchen man die verschiedene Form und Gröfse, so wie die verschiedenartige Stellung dieser Holzbündel sehen kann. In den Holzbündeln der Monocotyledonen sind gewöhnlich mehrere Spiralröhren von sehr verschiedener Gröfse; die gröfsten derselben zeigen jedoch eine sehr regelmäfsige Stellung, welche sich in allen, ziemlich gleichgrofsen Holzbündeln einer und derselben Pflanze wiederholt. Meistentheils treten in den Holzbündeln, welche den Stamm oder Stengel der Monocotyledonen bilden, zwei sehr grofse aber gleichgeformte Spiralröhren auf, und diese sind es, welche auf das Bestimmteste ihre regelmäfsige Stellung zeigen und wohl 6—7mal gröfser sind, als die anderen Spiralröhren, welche aufserdem noch in den Holzbündeln vorkommen. Bei den Palmen und den meisten Monocotyledonen liegen diese grofsen Spiralröhren, welche zu den getüpfelten gehören, nach der Rindenseite des Stammes und die kleineren, welche Ringröhren oder gestreifte Spiralröhren sind, liegen nach dem Mittelpunkte des Stammes gerichtet, und sind meistens sehr regelmäfsig zwischen den unteren Theilen der grofsen Spiralröhren gestellt. Bei einigen Pflanzen kommen Ausnahmen vor, indem nämlich die grofsen Spiralröhren an denjenigen Enden der Holzbündel liegen, welche nach Innen gestellt sind; auf dergleichen Fälle hat Herr Mohl bei Ruscus und Hypophyllum aufmerksam gemacht. Man findet dagegen sehr häufig auf den Abbildungen der Querschnitte aus Monocotyledonen, dafs im Inneren der Holzbündel drei grofse Oeffnungen in Form eines Triangels gestellt sind, doch die dritte grofse Oeffnung, welche nach der Markseite des Holzbündels gelegen ist, gehört nicht einer durchschnittenen Spiralröhre an, wie ich selbst und die übrigen

*) De structura caulis plantarum Monocotylearum.

Digitized by Google

Phytotomen geglaubt haben, sondern es ist der Durchschnitt eines Luftkanales, der durch das ganze Holzbündel der Länge nach verläuft. In den Holzbündeln der Gräser, bei den Cyperaceen und bei ähnlichen Familien findet diese Bildung der Holzbündel ganz allgemein statt.

Die Holzbündel im Stamme der Monocotyledonen sind entweder mehr oder weniger gleichmäfsig durch den ganzen Stamm zerstreut, oder sie sind im Inneren desselben weitläuftig stehend, während sie sich gegen den Rand hin mehr zusammendrängen. Das Erstere ist z. B. im Stamme des Mays, der Dracaenen u. s. w. der Fall, das Letztere dagegen mehr im Stamme der Palmen und vieler baumartigen Gräser, besonders bei den Bambusen. Bei diesen letzteren Pflanzen tritt eine grofse Höhle im Inneren des Stammes auf, bei den Palmen aber, wo dieses nicht der Fall ist, da liegen die Holzbündel am Rande am dichtesten, und immer mehr und mehr dem Mittelpunkte des Stammes näher, liegen sie um so entfernter von einander, und auch die Zellen, welche das dazwischen liegende Markgewebe bilden, sind immer grofsmaschiger, je näher man dem Mittelpunkte des Stammes kommt.

So bilden die Holzbündel im ganzen Umfange des Stammes einen Holzring, der sich bekanntlich durch eine ganz aufserordentliche Härte auszeichnet, so dafs oftmals das schärfste Messer in denselben nicht einzudringen vermag. Die Zahl dieser Holzbündel, welche zur Bildung eines solchen Holzringes nöthig sind, ist natürlich sehr grofs, aber schwerlich ist in ihrer Stellung eine Regelmäfsigkeit zu erkennen, welche mit derjenigen der Lage der Jahresringe im Stamme der Dicotyledonen einigermafsen zu vergleichen wäre. Aber recht sehr bemerkenswerth ist es, dafs die Holzbündel in den verschiedenen Schichten des Stammes nicht einmal immer von gleicher Structur sind. In den Holzbündeln, welche dem Rande des Stammes der Palmen näher liegen, sind die Faser-Zellen mehr vorherrschend, während diese an den Bündeln, welche zerstreuet im Marke stehen, immer mehr und mehr verschwinden, so

Digitized by Google

dafs zuletzt sehr oft nur Spiralröhren und langgestreckte Zellen übrig bleiben. So verhält es sich wenigstens sehr allgemein bei den Palmen wie bei vielen anderen Monocotyledonen, an Ausnahmen fehlt es indessen nicht. Auch ist es schon lange bekannt, dafs die Holzbündel im Stamme der Monocotyledonen, welche dem Rande zu gelegen sind, bedeutend kleiner werden: Herr Link schlofs daraus, dafs sie die jüngeren Bildungen ausmachen, was wohl nicht immer der Fall sein möchte, denn, wie z. B. bei den Gräsern, da sind diese kleineren Bündel, im äufsersten Umfange eines Internodium's nur die abgegangenen Aeste von den gröfseren Bündeln, und diese Aeste gehen dann in die Blätter hinein.

Nach der berühmten Hypothese Desfontaines, sollten die Monocotyledonen von Innen nach Aufsen wachsen und sich vergröfsern, die Dicotyledonen dagegen, sollten sich von Aufsen nach Innen vergröfsern; hier setzt sich, wie es schon sehr lange bekannt ist, die neue Holzschicht an die äufserste Fläche des Holzkörpers. Bei den Monocotyledonen dagegen, sollte die Vergröfserung des Stammes durch das Dazwischentreten neuer Fasern, vorzüglich nach dem Mittelpunkte des Stammes hin erfolgen. Es sollte sich nämlich innerhalb der ersten, aus dem Mittelstock entwickelten Blätterreihe eine zweite Reihe von Blättern entwickeln, und so weiter fort, wodurch dann die Holzbündel mit Gewalt nach Aufsen getrieben würden, bis dafs sie durch das Alter so hart würden und so stark mit einander verwüchsen, dafs sie der Ausdehnung durch die neuen. im Inneren des Stammes entstandenen Holzbündel nicht mehr nachgeben. Nun erst sollte die äufserste Holzschicht fest werden und dann nicht mehr an Dicke zunehmen, während die inneren Holzbündel, als noch nicht fest gewordene Bündel zu betrachten wären.

Diese Ansicht über das Wachsthum der Monocotyledonen ist gegenwärtig auf das Bestimmteste als unrichtig nachgewiesen; sie hat länger, als ein Viertel Jahrhundert in Frankreich geherrscht, ist aber von den hauptsächlich-

Digitized by Google

sten Pflanzen-Physiologen Deutschlands niemals angenommen worden. Sowohl die Palmen, wie alle übrigen Monocotyledonen wachsen und vergröfsern sich auf dieselbe Art, wie es bei den Dicotyledonen zu beobachten ist, nur geht bei jenen die Breitenausdehnung des Stammes nicht immer in das Unendliche fort, wie es eigentlich doch bei den vieljährigen Dicotyledonen der Fall ist. Ganz vortrefflich hat Herr Link *) einen Vergleich gestellt zwischen der Entwickelung eines jungen Palmenstammes und derjenigen einer Knospe einer Dicotyledone.

Die Ausdehnung eines Palmenstammes in die Länge dauert ebenso, wie bei den Dicotyledonen ununterbrochen, doch geht die Dicke desselben nur bis zu einem gewissen Grade fort; die Bildung neuer Holzbündel im Umfange des Stammes hat schon lange vorher aufgehört, und die Vergröfserung des Stammes geschieht dann nur noch im geringen Grade, und zwar durch allmäliges Ausdehnen des Zellengewebes, welches in der Mitte des Stammes die markige Substanz bildet. Auf diese Weise werden die Zellen dieses Markgewebes nicht nur zuweilen sehr grofs, sondern sie trennen sich von einander und nehmen ganz eigenthümliche Formen an, wodurch sie den bekannten sternförmigen Zellen ähnlich werden, welche in so vielen Monocotyledonen, z. B. im Marke der Juncoideen vorkommen. So wie im Stamme der Dicotyledonen die Holzmasse zunächst dem Marke am geeignetesten ist, um die Nahrungsflüssigkeit fortzuführen, indem sie am wenigsten verholzt und sich hier auch eine Menge von Amylum bildet, so verhält es sich auch mit den innersten Holzbündeln der Palmen und überhaupt der Monocotyledonen; diese inneren Holzbündel sind lange nicht so stark verholzt, obgleich sie die älteren sind, und hier steigt auch die gröfsere Menge von rohem Nahrungssafte auf, welcher, am oberen Ende des Stammes, den Stoff zu den neuen Bildungen hergiebt, und dann später dem umgebenden Zellengewebe die Mittel zur Bildung der grofsen Masse Amylum darreicht.

*) Elem. phil. bot. Ed. alt. I. p. 302

Digitized by Google

Durch diesen starken Zufluſs der Säfte nach dem Inneren, wird dessen Masse allmälig mehr ausgedehnt und preſst nun die äuſseren Holzbündel immer mehr und mehr nach Aufsen, wodurch zwar eine gröfsere Härte des Holzringes der Palmen mit zunehmenden Alter des Baumes eintritt, aber keineswegs mit entsprechender Zunahme an Dicke begleitet wird. An jungen Palmenstämmen, wenn sie eine gewisse Dicke erreicht haben, findet man schon die unzählbare Menge von Holzbündeln, doch sind dieselben alsdann durch den ganzen Stamm mehr gleichmäfsig vertheilt, d. h. die Holzbündel am Rande sind nicht viel dichter stehend, als diejenigen, welche das Innere des Stammes füllen, und das Zellengewebe, welches zwischen diesen Holzbündeln steht, ist noch sehr kleinmaschig. Ein solcher Stamm kann dann im späteren Alter, und zwar durch bloſse Ausdehnung, ohne daſs neue Holzlagen oder neues Zellengewebe hinzutritt, allmälig sehr bedeutend ausgedehnt werden, bis daſs endlich die äuſseren Holzbündel in eine zusammenhängende feste Schicht näher aneinander gedrängt worden sind, während die inneren dadurch weiter auseinander gerückt werden, was im jüngeren Stamme noch nicht der Fall ist. So habe ich es an jungen Palmstämmen beobachtet, und ein mitgebrachtes Exemplar, wovon das dazwischen liegende Zellengewebe, im ganzen Verlaufe der Holzbündel verfault ist, kann es beweisen.

Moldenhawer jun. *) hatte schon die Beobachtung gemacht, daſs die Holzbündel der Blattstiele der Palmen, immer um so tiefer in das Innere des Stammes dringen, je älter die dazu gehörigen Blätter waren, so daſs man die älteren Blätter als den inneren Holzbündeln angehörig, ansehen könnte. Dadurch wird es erklärlich, daſs die Holzbündel bei den Palmen nicht alle parallel verlaufen können, wie es bei den Dicotyledonen der Fall ist, sondern daſs häufig eine Kreuzung zwischen den inneren und den

*) Beiträge zur Anatomie der Pflanzen, pag. 53.

Digitized by Google

äufseren Holzbündeln zu bemerken ist, welche auch, mehr oder weniger deutlich, auf jedem, der Länge nach gespaltenen Palmenstamme vorkommt. Dieses schräge Durchlaufen der Holzbündel aus dem Inneren nach dem Rande zu, wodurch eben die Kreuzung entsteht, wird nämlich dadurch erklärt, dafs die, der Länge nach herablaufenden Holzbündel, später entstanden, und sich der früheren Oberfläche des Stammes anlegten. Dieses ist auch von Herrn Mohl, bei seiner speciellen Untersuchung der, von Herrn v. Martius mitgebrachten Palmen bestätigt worden *), und somit ist die alte Ansicht über das Wachsen der Monocotyledonen-Stämme als irrig nachgewiesen. Herr Mirbel **), der ebenfalls schon auf dem Wege war, den früheren Irrthum über das Wachsen der Monocotyledonen aufzufassen, erkannte, dafs sich bei den Gattungen Dracaena, Yucca, Aloe, Ruscus, Smilax etc. ebenfalls, ganz wie bei den Dicotyledonen, eine neue Holzschicht auf der äufseren Fläche des Holzkörpers bilde, er nahm aber auch, folgend der Ansicht Desfontaines, eine neue Bildung des Holzes im Inneren des Stammes bei diesen Gewächsen an, während diese letztere Art des Wachsens allein nur bei den Palmen und den Gräsern vorkommen sollte. Dafs auch diese Ansicht nicht die richtige ist, geht wohl ebenfalls aus dem Vorhergehenden hervor.

In einem vorliegenden jungen Palmen-Stamme, den ich von der Insel Manila mitgebracht habe, welchen ich noch im frischen Zustande untersuchen konnte, findet man in allen Holzbündeln, welche zunächst der äufseren Rinde liegen, die unverholzten und noch ganz leicht abrollbaren Spiralröhren, während diese in den Holzbündeln der äufseren Schicht der alten, und nach der Breite zu ausgewachsenen Palmen-Stämme nicht mehr zu finden, sondern schon in ihre Metamorphosen-Stufen übergegangen sind. Dieses ist derselbe Stamm, von welchem ich früher be-

*) S. De structura palmarum. §. 5. etc.
**) Elém. de Phys. vég. I. pag. 121 etc.

Digitized by Google

merkt habe, dafs er beweist, wie die Palmen-Stämme nur bis zu einer gewissen Dicke sich durch Anlage neuer Holzbündel vergrößern, dafs später aber die Vergrößerung des Stammes nur durch bloße Ausdehnung erfolge, und dafs dann, wenn die äußeren Holzbündel und die Rindenschicht ganz starr erhärtet sind, keine neue Bildung mehr stattfindet. Fände die Anlage neuer Holzschichten an dem alten Palmen-Stamme, bis in das Unendliche fort, statt, wie man es bei den Dicotyledonen-Bäumen beobachten kann, so müßte man in alten und sehr dicken Stämmen, die auf den Längespalten abgegangenen Holzbündel weiter verfolgen können, als dieses in der Wirklichkeit der Fall ist. Ich möchte damit sagen, dafs diese quer laufenden Holzbündel am unteren Theile eines alten Palmen-Stammes, fast die Länge des ganzen Radius dieses Stammes haben müßten, während ich dieselben immer nur eine, verhältnifsmäßig geringere Zahl von Holzbündeln kreuzen sehe, und dieses findet in dem jungen, vor mir liegenden Palmenstamme, dessen Zellengewebe durch Fäulnifs zerstört ist, eben so statt, wie in ganz alten Stämmen.

Am schönsten und auffallendsten ist dieses Kreuzen der Blattstiel-Holzbündel mit den später entstandenen Holzbündeln, im Stamme der australischen Gattung Xanthorhoea hastilis zu sehen, wovon Herr De Candolle *) zwei sehr deutlich erklärende Abbildungen gegeben hat. Hier stehen diese Holzbündel, von der Mitte des Stammes ausgehend, ganz nach der Peripherie horizontal und radial verlaufend in großer Anzahl, oft sehr dicht übereinander, indem auch die Blätter an diesem Gewächse sehr dicht stehen. Ich selbst habe einen solchen Stamm durch die Güte des Herrn Link zur Ansicht erhalten, derselbe ist in vieler Hinsicht außerordentlich merkwürdig, und selbst bei der neueren Ansicht über das Wachsthum der Monocotyledonen, bleibt hier noch Vieles zu erklären übrig, worüber Herr Link, hoffentlich recht bald Licht verbreiten wird.

*) Organographie végét. I. Tab. 7. u. 8.

Digitized by Google

Ein begrenztes Wachsthum in die Dicke mufs auch hier nachzuweisen sein; am wichtigsten wäre aber wohl die Nachweisung über den Ursprung der horizontal verlaufenden Holzbündel, ob dieselben nicht, wie ich glauben möchte, durch blofses Umbiegen der in der Mitte des Stammes verlaufenden Holzbündel entstehen. Die Erklärung dagegen, welche Herr De Candolle über diesen, so höchst auffallenden Bau gegeben hat, kann offenbar nicht die richtige sein.

Auch ist noch zu bemerken, dafs die Holzbündel in dem Palmen-Stamme keineswegs so gerade und parallel verlaufen, wie dieses im Dicotyledonen-Stamme der Fall ist, sondern viele Bündel wenden sich bald rechts bald links, so dafs sie einen wellenförmigen Lauf zeigen, wodurch um so weniger eine Spur von regelmäfsig geformten Markstrahlen übrig bleiben kann, obgleich man die Ueberbleibsel derselben noch sehr gut in den, dem Radius nach, breit gedrückten Parenchym-Zellen finden kann, welche zwischen den einzelnen Holzbündeln des Randes vorhanden sind. Auch liegt der Querschnitt aus dem Stamme einer Cocos-Palme vor mir, wo man am Rande, auf eine ganze Strecke hin, eine sehr regelmäfsige Stellung der Holzbündel in längliche Häufchen, von 12 bis 16 und noch mehr Bündel, beobachten kann, die durch eine breite Zellenschicht, eine wirkliche Markstrahle, von einander getrennt sind, und zwar so regelmäfsig, dafs die kleinen Markstrahlen immer in den Radien des Stammes verlaufen.

Viele Botaniker haben den Monocotyledonen die Rindensubstanz abgesprochen, während andere Botaniker, welche wenigstens das Vorhandensein einer eigenthümlichen Gewebeschicht an denjenigen Orten erkannt haben, wo bei den Dicotyledonen die Rinde sitzt, dieser Schicht entweder eine besondere Benennung, als zellige Substanz nach Laharpe *), Rindensubstanz nach Duver-

*) Ann. des scienc. nat. VI. pag. 24.

Digitized by Google

noy*) oder eine besondere Funktion zuertheilt haben. Letzteres gilt Herrn De Candolle**) welcher der Meinung ist, dafs die zellige Schicht, welche die Rinde des Stengels der Liliaceen und anderer Monocotyledonen bildet, eigentlich die Stelle des Markes der Dicotyledonen zu vertreten scheint. Andere Botaniker dagegen, wie die Herren Mirbel, Du Petit-Thouars und Mohl, erkennen in der zelligen Umkleidung des Stengels der Monocotyledonen, schlechtweg die Rinde, und dieser Ansicht mufs man nach eigenen Untersuchungen vollkommenen Beifall geben. Bei vielen Monocotyledonen, als bei Liliaceen, Orchideen, Musaceen und sehr vielen anderen, da ist diese Rinde ganz aus parenchymatischem Zellengewebe bestehend, welches wenig oder gar keinen Unterschied von dem Zellengewebe zeigt, welches die markige Substanz zwischen den Holzbündeln darstellt, und hier, da man die Rinde auch nicht einmal mit solcher Leichtigkeit abtrennen kann, wie es bei den Dicotyledonen der Fall ist, war es am leichtesten die Ansicht von dem Fehlen der Rindensubstanz zu gewinnen. Bei den Palmen dagegen, und ebenso im Stengel der Gräser ist die Rindensubstanz des Stammes sehr leicht zu erkennen, wenn sie sich auch nicht immer so leicht trennen läfst, wie es doch bei einigen Palmenstämmen im hohen Alter der Fall ist. Hier in der Rinde der Palmen und der Gräser treten zwischen den parenchymatischen Zellen mehr oder weniger grofse Bündel von Faserzellen auf, welche, ganz ebenso wie in der Rinde der Dicotyledonen, einmal mehr in der innersten Schicht gelagert sind, und zweitens auch ebenso wie dort, mehr oder weniger grofse Massen parenchymatisches Zellengewebe zwischen sich zu liegen haben. Regelmäfsig geformte Markstrahlen können hier in der Rinde der Monocotyledonen um so weniger erwartet wer-

*) Unters. über Keimung, Bau und Wachsthum der Monocotyledonen. Stuttgart. 1834 p. 19 etc.

**) Organographie der Gewächse, I, pag. 188.

Digitized by Google

den, da sie, der Stellung der Holzbündel wegen, nicht einmal in der Holzsubstanz dieser Gewächse auftreten. Herr Mohl, welcher die Rinde der Palmen ebenfalls erkannte, wenn sie auch, wie es ganz natürlich ist, von der Rinde der Dicotyledonen-Stämme sehr verschieden erscheint, glaubt annehmen zu können, dafs die langen Faser-Zellen, welche den Ring, dicht unter der Rindensubstanz dieser Monocotyledonen bilden, nichts weiter als Parenchym-Zellen mit dicken Wänden wären, eine Ansicht, welche wahrlich auf blofse Spitzfindigkeit hinausgeht, denn ich kann keinen Unterschied von Bedeutung zwischen den einzeln stehenden wahren Bastzellen der Dicotyledonen und diesen, in der Rinde der Monocotyledonen auffinden. Auch in der Rinde der Dicotyledonen sind nicht alle Bastzellen so lang, wie diejenigen, welche die innerste Schicht der Rinde der Bäume bildet.

Untersucht man z. B, die Rinde des Cactus-Stengels solcher Arten, welche einen cylindrischen Holzkörper bilden, so wird man den Bast, als die innerste Schicht der Rinde in Form einzelner Bündel dicht an der äufseren Fläche des Holzkörpers finden, und diesen Bast, wovon kleine Stückchen in Fig. 10. Tab. I. abgebildet sind, kann man, öfters mit allem Rechte, als Bündel von langgestreckten, dickwandigen Parenchym-Zellen ansehen; dieses zeigt nach meiner Meinung ganz klar, dafs die Bast-Zellen nichts weiter, als eine Modification langgestreckter Zellen sind, welche durch Mittelformen allmälig zu den langgestreckten prismatischen Zellen übergehen; und wenn nun diese Formen in Stelle der Faser-Zellen auftreten, so müssen auch sie als Bastzellen angesehen werden.

Wenn man die grofse Verschiedenheit betrachtet, welche sich in dem Baue der Rinde bei den grofsen dicotyledonischen Bäumen und in der Rinde der saftigen Kräuter, wie der succulenten Dicotyledonen zeigt, und dann die äufseren Schichten des Stengels der Monocotyledonen hiemit in Vergleich stellt, so wird man gewifs sehr bald

Digitized by Google

einsehen, dafs auch bei diesen Pflanzen in denjenigen Schichten, welche den Holzkörper umkleiden, alle die wesentlichen Elementarorgane vorhanden sind, welche die Darstellung der Rinde bedingen. Dicht unter der Epidermis liegt meistentheils eine dicke zellige Schicht, und in dieser sind die Bastbündel nach einer gewissen Regel zerstreut stehend; zuweilen stehen sie freilich schon dicht unter der Epidermis, dann sind aber auch noch in den folgenden Zellenschichten ganze Röhren von mehr oder weniger grofsen Bastbündeln. Auch in dem Querschnitte aus dem Stengel der Binse, welcher in Fig. 1. Tab. II. dargestellt ist, findet man, dicht unter der Epidermis, vollkommene Bastbündel. In sehr vielen anderen Fällen befindet sich unter der Epidermis eine mehr oder weniger dicke Zellenschicht, und dann treten die Kreise von zerstreut stehenden Bastbündeln auf.

Auch im Wurzelstocke und in den analogen Gebilden der Monocotyledonen ist die Rindensubstanz sehr deutlich zu beobachten und Herr Duvernoy *) machte hierauf besonders aufmerksam; er nannte die innere Substanz jener Theile die Kernsubstanz und die äufseren Schichten begriff er unter Rindensubstanz. In der Familie der Irideen, so wie bei vielen Liliaceen u. s. w. ist die Ausbildung dieser zwei Substanzen ganz besonders deutlich, und die äufsere oder Rindensubstanz derselben läfst sich hier oftmals sehr leicht abziehen. Mit Recht bemerkte Herr Duvernoy, dafs sich das Dasein der Rindensubstanz und der Kernsubstanz in dem Wurzelstocke noch bei sehr vielen anderen Monocotyledonen nachweisen lasse, doch nur in den ausdauernden, bei den krautartigen Pflanzen dieser Abtheilung gewöhnlich unterirdisch vorkommenden Stamme; bei dem überirdisch vorkommenden Stamme sind sie dagegen nicht so leicht zu unterscheiden. Alles dieses findet sich bestätigt und durch eine grofse Menge von Abbildungen dargestellt in dem prächtigen Werke, wel-

*) L. c. p. 20 etc.

Digitized by Google

ches ganz neuerlichst Herr Giuseppe Meneghini *) zu Padua herausgegeben hat.

Bei Globba nutans und G. angustifolia solle dagegen nach Herrn Duvernoy's Angabe der Unterschied zwischen Rinden- und Kernsubstanz im Wurzelstocke darin bestehen, dafs in der Kernsubstanz die Holzbündel viel gedrängter stehen, als in der Rindensubstanz. Im Allgemeinen kann man mit Herrn Link die Meinung aufstellen, dafs die Rinde auf den Wurzeln der Monocotyledonen deutlicher getrennt, als am Stamme derselben auftritt.

Die auffallende Entwickelung der Rinde auf dem Wurzelstocke von Tamus Elephantipes L. ist neuerlichst durch Herrn Mohl **) beobachtet; es zeigt sich hier eine entschiedene Korkbildung, doch fehlt, wie bei so vielen Monocotyledonen die Bastschicht. Auch Herr Link und Dutrochet erkennen bei diesem sonderbaren Gewächse die deutliche Korkschicht der Rinde.

Auffallend ist es, dafs man im Stamme der Palmen keine Theilung oder Verästelung einzelner Holzbündel beobachten kann, wie sie doch, zur Bildung der Blätter, bei den übrigen Monocotyledonen vorhanden ist, und auch den Dicotyledonen allgemein zukommt. Es laufen nämlich, wie es Herr Treviranus ***) zuerst ganz trefflich nachgewiesen hat, nicht immer die ganzen Holzbündel zur Bildung eines Blattes seitlich ab, sondern die Holzbündel theilen sich und der äufsere Theil der einzelnen Bündel geht zu dem neuen Blatte, während der innere zum Knoten verläuft und daselbst eine abermalige Verbindung mit den übrigen Holzbündeln erfährt, welche mehr oder weniger vollständig sein kann. Bei Lolium perenne findet sich nach Treviranus Beobachtung im Halme nur ein einziger

*) Ricerche sulla struttura del caule nelle piante Monocotiledoni. Padova 1836. fol. m.

**) Untersuchungen über den Mittelstock von Tamus Elephantipes. Tübingen 1836. 4to.

***) Vom inwendigen Bau der Gewächse pag. 132.

Digitized by Google

Kreis von Holzbündeln, welche sich beim Ursprunge eines Blattes theilen, so dafs sie dann zwei concentrische Kreise bilden, wovon der äufsere zur Scheide des Blattes abgeht, während sich der innere zum Knoten hin fortsetzt.

Ueber die Theilung der Holzbündel und über das Verhältnifs der Zahl derselben zur Zahl der Geschlechtsorgane.

Es ist schon seit langer Zeit durch Herrn Kieser *) auf das Verhältnifs aufmerksam gemacht, worin die Anzahl der Staubfäden der Pflanzen zu der Zahl der Holzbündel in denselben auftritt, und dieses ist sowohl in den Monocotyledonen, als in den Dicotyledonen zu beobachten. Herr Schultz **) hat dieses Verhältnifs, worin die Zahl der Holzbündel zu den Staubfäden und den übrigen von dem Stengel abgehenden Organen besteht, bei zwei sehr interessanten Pflanzen umständlicher untersucht und ich selbst habe es bei Anderen zu erforschen gesucht, worüber noch später gesprochen werden soll. Herr Schultz untersuchte die Zahl und die Art der Vervielfältigung der Holzbündel in Paris quadrifolia und in Trillium erectum, zwei Monocotyledonen, welche in Hinsicht ihrer regelmäfsigen Theilung so äufserst merkwürdig sind.

Unterhalb des Ursprunges der 4 Blätter bei Paris quadrifolia zeigt der Stengel auf dem Querdurchschnitte drei concentrische Kreise von Holzbündeln, wovon der äufsere Kreis 8 kleine, zu 2 und 2 kreuzweis gegenüberstehende Bündel besitzt. Der zweite Kreis hat acht grofse Holzbündel, welche den vorigen alternirend stehen, und der dritte und innerste Kreis zeigt nur 4 Holzbündel, wovon jedes einzelne Bündel den, jedesmal zu 2, im äufsersten Kreise gelegenen Bündeln entsprechend, liegt, doch

*) Phytonomie pag. 106.
**) Die Natur der lebendigen Pflanze, II. pag. 24 etc.

Digitized by Google

darf man bei der Stellung dieser Bündel und der Kreise keine mathematische Genauigkeit verlangen.

Im Knoten der Paris, von wo aus die 4 Blätter zur Seite auslaufen, zeigt sich folgende Theilung und Umstellung der vorhin angegebenen Holzbündel. Die äufsersten Holzbündel ziehen oder dehnen sich etwas in die Breite, wobei sie zu 2 und 2 etwas näher rücken, und gerade zwichen solchen zwei, nahe bei einander liegenden Holzbündeln entsteht die Theilung der Blätter, so dafs, nahe dem äufseren Rande eines jeden der 4 Blätter dieser Pflanze ein einzelnes von jenen zwei äufseren Bündeln zu stehen kommt. Aufserdem theilen sich die 4 jener entsprechend stehenden Holzbündel aus dem Inneren, aus 8 Bündel gebildeten Kreise, jedes in drei kleinere Bündel, wovon die beiden äufseren ebenfalls zu den Blättern abgehen, das innere dritte sich aber zum innersten Kreise wendet und mit diesem zum Blumenstiele verläuft, welcher hier die gerade Fortsetzung des Stengels ist. Die beiden äufseren Bündel, welche aus der Theilung eines grofsen Bündels entstanden sind, sind aber ebenfalls so gestellt, dafs, gerade zwischen ihnen die Theilung entsteht, und dafs sie daher nicht zusammen zu einem Blatte verlaufen, sondern immer zu zwei, neben einander stehenden und entsprechenden Blättern. Demnach haben sich für die Bildung der 4 Blätter 30 Gefäfsbündel gebildet, während nur 8 Bündel, nämlich 4, ursprünglich aus dem innersten Kreise und 4 hinzugetretene aus dem zweiten Kreise, für die Fortsetzung des Stengels übrig bleiben. Jedes Blatt erhält 5 Holzbündel und zwar steht ein grofses Bündel aus dem zweiten Kreise, welches nicht getheilt wurde in der Mitte, und zwei andere Bündel liegen jenen zur Seite, wovon das eine, nämlich das innere Bündel dem zweiten Kreise und das äufsere, welches am Blattrande liegt, dem äufsersten Kreise angehörte.

Es wird hierdurch sehr deutlich bewiesen, dafs eine Theilung des Holzbündels, sowohl nach den Seiten hin, als auch nach Aufsen und Innen vor sich geht; auch habe

Digitized by Google

ich bei anderen Pflanzen die Art und Weise etwas näher bestimmen können, wie diese Theilung eines Holzbündels allmälich vor sich geht. Wenn ein Holzbündel von vollkommen cylindrischer Form sich zur Seite hin in zwei Bündel theilen will, so wird es vorher aus der runden Form immer mehr und mehr breit, und endlich bemerkt man das Auseinandertreten der einzelnen Theile des Bündels in zwei Stücken, zwischen welche sich dann immer mehr und mehr Zellen legen, so dafs sie, etwas höher hinauf ganz vollkommen getrennt erscheinen. Diese Theilung der Holzbündel geschieht aber nicht nur im Knoten, sondern überall im Internodium, schon lange vorher, ehe dieselben zu den einzelnen Organen abgehen, zu welchen sie bestimmt sind. Als Beispiel hiezu gebe ich die Verzweigung der Holzbündel, bei der Vicia Faba speciell an, denn es verhält sich hier, bei den Dicotyledonen, ganz ebenso, wie bei den Monocotyledonen. Es ist diese Theilung der Holzbündel, mehr oder weniger deutlich, ein büschelförmiges Auseinandertreten der einzelnen Theile eines Bündels, und nirgends ist dieses schöner zu beobachten, als bei einigen Cactus-Gewächsen, wie bei Rhipsalis salicornioides und anderen dieser Gruppe, wo die Holzbündel in den Endgliedern büschelförmig auseinandergewichen stehen, wie electrisirte Glasfaden-Bündel.

Dicht an der Basis des Stengels einer jungen Pflanze von Vicia Faba findet man 10 Holzbündel, wovon 6 einen Kreis um das Markgewebe machen und 4, je zwei und zwei diametral gegenüber, frei im Zellengewebe aber aufserhalb jenes Kreises stehen. Etwas weiter hinauf theilt sich das eine der Holzbündel des Kreises, indem es einen kleinen Ast seitlich abgiebt, welcher, gerade um den vierten Theil des Kreises, von den vorhergenannten frei liegenden Holzbündeln entfernt ist, und später in das erste Nebenblatt übergeht, welches sich ganz unten am Stengel bildet. Noch etwas höher hinauf trennt sich, dem vorherigen ebenfalls diametral entgegengesetzt, ein anderes kleines Holzbündel aus einem der 6 Bündel des Kreises, welches zum

Digitized by Google

zweiten Nebenblatte übergeht. So zeigten sich also, schon bei dem ersten Knoten, nämlich von dem Abgange des ersten Nebenblattes, 12 Gefäfsbündel, von denen 6 den inneren und 6 den äufseren Kreis bildeten. Im zweiten Kreise trat dagegen eine ganz andere Stellung der Holzbündel ein; das eine Holzbündel des inneren Kreises ging im Knoten seitlich zur Bildung der Knospe ab und aus den übrigen 5 Bündeln entstanden durch Theilung 10 Bündel, welche nur bis zum Ende des dritten Internodiums den Holzring bildeten und sich dann abermals theilten und 23 Bündel darstellten, welche aber, da der Stengel 4eckig wird, zu 5 auf jeder Seite des Viereck's auftreten. Von den vorhin angegebenen 6 Holzbündeln des äufseren Kreises ging das eine Bündel seitlich zum ersten Nebenblatte ab, es wurde aber im zweiten Internodio durch ein neues Bündel ersetzt, welches sich, in eben derselben Stellung, seitlich aus dem Holzringe absonderte und nun weiter hinauf, bis zum dritten Internodio verlief, wo schon wirkliche Blätter auftreten. Die 4 anderen Bündel des zweiten Kreises, welche zu zwei und zwei gestellt waren, wurden aber, sobald sie durch den ersten Knoten durchgelaufen waren, wieder zu zwei mit einander vereinigt, so dafs nun im äufseren Kreise des zweiten und dritten Internodiums nicht 6, sondern nur 4 Holzbündel verliefen. Wie wenig wichtig es indessen für die Art ist, ob diese Bündel im äufseren Kreise getheilt oder ungetheilt verlaufen, dafs hat mich die Untersuchung verschiedener Individuen eben derselben Pflanze gelehrt; bald fand ich die grofsen Bündel im äufseren Kreise gleich im ersten Internodio getheilt, so dafs sie zu zwei und zwei neben einander verliefen, und sich im zweiten oder im dritten Internodio wieder vereinigten, und dann nur in zwei Bündel bestanden, oder diese Holzbündel erschienen im ersten Internodio als zwei einzelne Bündel, welche sich im zweiten Internodio etwas seitlich ausdehnten und sich dann in 4 Bündel trennten, wovon immer zwei und zwei neben einander verliefen.

Digitized by Google

Es geht demnach aus diesen Untersuchungen hervor, dafs sich die Zahl der Holzbündel in einer Pflanze, durch ganz einfache Theilung, um das doppelte, dreifache und vierfache vergröfsern kann, dafs sich diese einzelnen Bündel aber auch wieder miteinander verbinden können, und diese Anastomosen, welche nur durch blofses Nebeneinanderlegen entstehen, sind in dem Knoten grofser, ausgewachsener Kräuter mit hohlen Stengeln ganz besonders deutlich zu erkennen.

Höchst bemerkenswerth ist das übereinstimmende Verhältnifs zwischen der Zahl der Holzbündel einer Pflanze und den männlichen Geschlechtsorganen derselben, worauf der geistreiche Kieser zuerst aufmerksam gemacht hat; leider ist dieser Gegenstand, obgleich er sehr leicht zu verfolgen ist, nicht viel weiter gebracht, als ihn Herr Kieser vor länger als 20 Jahren, hingestellt hat. Nur die speciellen Untersuchungen über die Vertheilung der Holzbündel in Paris quadrifolia und in Trillium erectum, welche wir durch Herrn Schultz erhalten haben, sind neben wenigen Anderen hinzugefügt worden.

Bei der Bestimmung der Zahl der Holzbündel einer Pflanze sei man jedoch sehr vorsichtig, denn nur selten zeigt die Pflanze gleich in den untersten Internodien die richtige Zahl der Bündel, welche ihr eigentlich zukommt, und im richtigen Verhältnisse zur Zahl der Staubfäden steht. So z. B. giebt Herr Kieser für Vicia Faba*) zehn Holzbündel an, wovon 6 Bündel in der Mitte und 4 im Umkreise stehen sollen; es geht daraus ganz klar hervor, dafs hier das unterste Internodium untersucht worden ist, und dafs es gerade ganz zufällig ist, dafs an dieser Stelle, wo Herr Kieser den Schnitt gemacht hat, die Zahl der Holzbündel, übereinstimmend mit der der Staubfäden gefunden wurde, denn von den Bündeln des äufseren Kreises kann hier gar nicht die Rede sein, da zwei davon erst innerhalb des Internodiums entstehen und zu den Neben-

*) S. Phytonomie pag. 106.

Digitized by Google

blättern ablaufen, und ferner geht ein Bündel von den 6 des inneren Kreises seitlich zur Knospe im Winkel des ersten Nebenblattes ab, und nun entstehen 10 Holzbündel durch Theilung der übrig gebliebenen 5 Bündel. Wollte man die Bündel des äufseren Kreises bei diesen Pflanzen mitzählen, so würde, in keinem der übrigen Internodien ein richtiges Verhältnifs zwischen den Holzbündeln und den Staubfäden hervorgehen, sondern diese äufseren Bündel müssen aus der Zählung bleiben. Cucurbita Pepo zeigt an der Basis des Stengels, noch ehe die Cotyledonen auseinandergetreten sind, einen einfachen Kreis von 6 Holzbündel, welche daselbst ganz eben so frei stehen, als die Holzbündel bei den Monocotyledonen, und dennoch hat diese Pflanze später 10 Holzbündel in zwei Kreisen, doch ist die Entstehung derselben noch nicht nachgewiesen.

Man wird daraus erkennen können, dafs man bei diesem Gegenstande sehr umsichtig zu Werke gehen mufs, besonders dann, wenn man keine Uebereinstimmung zwischen der Zahl der Holzbündel und der der Staubfäden anzutreffen glaubt. Wo man glaubt in der Zahl der Holzbündel das Doppelte oder das Dreifache der Zahl der Staubfäden zu finden, da wird man in einem tieferen Internodio noch die gleiche Zahl auffinden. Vier ist die Zahl der Holzbündel des inneren Kreises bei Paris quadrifolia, und 4 ist auch die Zahl der Staubfäden, und diese erhalten auch die Holzbündel von diesen 4 Bündeln des innersten Kreises.

In der Zahl der Holzbündel liegt also das mathematische Prinzip begründet, welches die Pflanze durch die Zahlenverhältnisse nachweist, die man in der Form und Anzahl ihrer äufseren Organe auffindet. Geschieht eine unregelmäfsige Vertheilung irgend eines Holzbündels einer Pflanze, so wird die ihr zukommende Zahl in irgend einem ihrer Organe ebenfalls unregelmäfsig, und so entsteht z. B. eine 5blättrige Corolle aus einem 4blättrigen, oder ein 4blättriges Kleeblatt statt eines dreiblättrigen u. s. w. Und ganz eben so leicht, entstehen vollständige Verdoppelun-

Digitized by Google

gen der Theile eines einzelnen äufseren Organes, indem sich schon früher die Zahl der Holzbündel im Inneren verdoppelt hatte.

Zweites Capitel.

Ueber den Stamm der Dicotyledonen.

Der Stamm der Dicotyledonen characterisirt sich sehr genau durch folgende, immer deutlich zu unterscheidende Massen oder Theile, welche zu seiner Zusammensetzung wesentlich nöthig sind, nämlich durch Rinde, Holz und Mark. Das Mark liegt gerade im Mittelpunkte des Stammes und der ganze Holzkörper, aus mehr oder weniger regelmäfsigen, concentrischen Kreisen bestehend, durchschnitten von radial verlaufenden Markstrahlen, umgiebt das Mark, und wird auf seiner äufseren Fläche von der Rinde umschlossen. Bei den Monocotyledonen waren alle diese Theile des Stammes wohl vorhanden, wie ich es im Vorhergehenden gezeigt habe, aber keiner von ihnen ist dort so deutlich und so regelmäfsig ausgedrückt, wie dieses bei den Dicotyledonen der Fall ist; ja es ist schwer eine regelmäfsige, in concentrischen Kreisen bestehende Stellung der Holzbündel in Stamme der Monocotyledonen zu erkennen, denn meistens stehen die vereinzelten Bündel ganz zerstreut, ohne alle auffallende Ordnung im Stamme.

So wie ich dort, bei der Betrachtung des Stammes der Monocotyledonen die genannten Theile desselben einzeln specieller betrachtete, so werde ich es auch hier, bei dem Stamme der Dicotyledonen verfolgen, und mit dem Holzkörper des Stammes beginnen, da dieser auch bei den Dicotyledonen der hauptsächlichste Theil des Stammes ist.

Der Holzkörper.

Wenn man den Stamm eines Baumes von bestimmtem Alter quer durchschneidet und dessen Holzkörper genauer

Digitized by Google

betrachtet, so wird man finden, dafs derselbe aus eben so vielen concentrischen Schichten besteht, als er an Jahren zählt, und die einfachsten Experimente, z. B. Kreisschnitte rund um die Rindensubstanz, oder Einschneiden von Schriftzügen in die Oberfläche des Holzkörpers, so wie Einschlagen von Nägel und Einschiebung von anderen fremden Körpern, können es beweisen, dafs sich jährlich ein neuer Holzring um die äufsere Fläche des Holzkörpers, also dicht unter die Rinde legt, während nichts dafür spricht, dafs sich auch auf der inneren Fläche des Holzkörpers, also unmittelbar um das Mark eine neue Holzlage bildet, was früher von mehreren Botanikern angenommen wurde.

Ich komme hier auf die Ansicht des Herrn Link zurück, welcher eine Vergröfserung des Holzkörpers, nicht nur auf dessen äufseren Umfange, sondern auch nach dessen Medullar-Seite hin annimmt; eine Meinung, welche der berühmte Botaniker in seinen Grundlehren der Anatomie und Physiologie der Pflanzen (pag. 151), weniger deutlich aussprach, so dafs dieselbe unrichtig verstanden, fast von Buch zu Buch übergegangen ist, obgleich gar nicht in dem Sinne des Herrn Link. In den späteren Schriften *) spricht sich Herr Link darüber ganz deutlich aus, und diese letztere Ansicht stimmt auch gewifs mit der Natur überein. Der Holzkörper soll sich nämlich nicht nur im Umfange, sondern auch nach dem Marke zu vergröfsern, doch ist von der Bildung neuer Schichten gar nicht die Rede. Diese Vergröfserung des Holzkörpers nach der Markseite zu, ist aber kein Zuwachsen neuer Theile, sondern ein blofses Vergröfseren der schon vorhandenen, wodurch die inneren Jahresringe gröfser werden, als die späteren, welche im Umfange liegen.

Malpighi scheint schon der Entdecker der Thatsache zu sein, dafs die Anzahl der concentrischen Schichten des Holzes eines Stammes, ganz genau der Zahl der Jahre

*) S. Elementa. phil. bot. pag. 158.

Digitized by Google

entspricht, welche der Baum gerade alt ist, und somit nannte man diese Schichten des Holzes mit allem Rechte Jahresringe. Wenigstens in unserem Clima, wo jährlich nur eine Vegetations-Periode herrschst, welche mit dem Winterschlafe in der anderen Hälfte des Jahres abwechselt, da bildet sich alljährlich nur eine solche Schicht, welche sich immer äufserlich anlegt. Diese Uebereinstimmung der Jahresringe mit der Zahl der Jahre, welche der Baum alt ist, hat auch ein gewisser Schober *) an einer Fichte ganz bestimmt nachgewiesen und wahrscheinlich wird gegenwärtig wohl jeder Botaniker dergleichen Zählungen der Jahresringe eines Baumes zu machen versucht haben. Indessen es fehlt aber nicht an Botanikern, welche geglaubt haben eine gröfsere Anzahl von Jahresringen im Stamme der Bäume zu finden, als dieselben Jahre zählten, wie denn überhaupt wohl keine einzige Thatsache in der Pflanzen Physiologie ohne Widerspruch dastehen möchte. Es ist jedoch nichts leichter zu beweisen, als dafs sich J. Hill ebenso wohl wie Adanson geirrt habe; Letzterer giebt an **), dafs die Holzringe gewisser Jahre in einander verschmelzen können. Adanson glaubt nämlich beobachtet zu haben, dafs 100jährige Ulmen, welche auf den Champs-Elysées bei Paris gepflanzt waren, von 94 bis 100 Jahresringe gezeigt haben. Hier ist das Abweichende von der vorhergehenden Angabe, dafs sich alljährlich ein Jahresring erzeuge, nur dadurch zu erklären, dafs man annimmt, was auch wohl ganz natürlich ist, dafs die jungen Bäume, als sie gepflanzt wurden, nicht alle von gleichem Alter waren; dafs einige eingingen, andere nachgepflanzt wurden u. s. w.

Dafs der Holzkörper der Dicotyledonen tropischer Gegenden ebenfalls Jahresringe zeigt, das ist ganz bestimmt, indessen wir wissen noch nicht mit gehöriger

---

*) Hamburger Magazin. T. XI. pag. 590.
**) S. De Candolle's Org. vég. 1. p. 180.

Digitized by Google

Gewifsheit, ob dergleichen Gewächse, welche in Gegenden vorkommen, wo alljährlich zwei Vegetations-Epochen herrschen, ob diese nicht auch jährlich zwei besondere Holzschichten bilden, was mir nach einigen unbestimmten Beobachtungen auf der Insel Luçon wahrscheinlich wurde. In einem grofsen Theile der tropischen Gegenden ist das Clima von der Art, dafs alljährlich, eben so wie bei uns, nur eine Vegetations-Periode bedingt wird, indem das trokkene Clima in der anderen Hälfte des Jahres die zweite Vegetations-Periode verhindert. In solchen tropischen Gegenden aber, wo ein feuchter Zustand der Atmosphäre und des Bodens das ganze Jahr hindurch anhält, da findet im Sommer die eine und im Winter die andere Erndte statt, und hier müssen auch die Dicotyledonen alljährlich zwei Holzschichten ansetzen.

Indessen wie es Herr Link *) schon seit langer Zeit beobachtet hat, dafs es sowohl inländische als auch ausländische Bäume und Sträucher giebt, wo der Holzkörper nicht durch bestimmte Schichten vergröfsert werde, wo sich also keine Jahresringe zeigen, so verhält es sich auch in der Natur, doch sind die angeführten Fälle mehr einzuschränken. Auch beobachtete Herr Link, dafs die Zahl der Schichten bei den Pflanzen unserer Gewächshäuser keinesweges mit dem Alter übereinstimme; so hatte ein 10jähriger Ast einer Araucaria excelsa nur drei Schichten und ein Cactus von mehreren Jahren zeigte gar keine Jahresringe. Ich habe den Holzkörper sehr alter Stämme von Cactus chilensis mitgebracht, und derselbe zeigt keine Spur von Jahresringen, sondern er ist vom Mark bis zur Rinde mit grofsen ununterbrochenen Markstrahlen durchzogen. Auch den Holzkörper eines alten Stammes einer Opuntia sah ich in Brasilien ohne Jahresringe, und ein 10jähriger Stamm dieser Pflanze, welcher bei uns im Zimmer gezogen war, zeigte ebenfalls keine Jahresringe.

Dieser Mangel an Jahresringen bei gewissen Gewächsen

*) Elem. phil. bot. p. 156.

Digitized by Google

ist offenbar durch das fortwährende Wachsthum derselben zu erklären, was bei unseren Gewächshaus-Pflanzen sehr gewöhnlich ist, und bei den Cacteen sowohl in den Tropen wie auch bei uns beständig statt findet. Auf diese Weise ist es zu erklären, weshalb alte Stämme von unseren Gewächshauspflanzen niemals so viel Schichten zeigen, als sie Jahre zählen, ja zuweilen ganz ohne Jahresringe sind, was bei mehrjährigen Rosenstämmen z. B. gar nicht selten ist, obgleich unseren wildwachsenden Rosen stets Jahresringe zukommen. Ueberhaupt zeigen sich dergleichen Anomalien bei den immergrünenden Bäumen sehr häufig, ja selbst bei den Cycadeen möchte ich hierin die Ursache suchen, dafs in ihrem Holzkörper so selten periodische Ablagerungen zu unterscheiden sind.

Bei der Gattung Ephedra gab ich früher an, dafs das Holz derselben keine Jahresringe zeige; ich wollte damit nichts weiter sagen, als dafs man hier die Jahresringe nicht mit blofsem Auge unterscheiden könne, wie es bei den übrigen europäischen Coniferen-Gattungen der Fall ist. Ich habe seitdem das Holz der Ephedra americana untersucht und gefunden, dafs es sich hier mit den Jahresringen ganz ebenso verhalte; man erkennt ihre Begrenzung bei starker Vergröfserung, aber mit dem blofsen Auge hält es schwer. Die äufsere Fläche eines jeden Jahresringes bei der Gattung Ephedra unterscheidet sich von der inneren Fläche des zunächst angrenzenden älteren Jahresringes nur dadurch, dafs dort die einzelnen Zellen, woraus das Holz besteht, viel kleiner und mehr breit gezogen sind, als die innersten des angrenzenden Ringes.

Die Ursache, wodurch die Trennung der nebeneinander liegenden Holzschichten sichtbar wird, ist bei verschiedenen Gewächsen mehr oder weniger verschieden; die Jahresringe selbst sind nicht nur durch die verschiedene Dicke, sondern auch in Hinsicht der Anordnung der einzelnen Elementar-Organe sehr verschieden. Durchschnittlich sind alle die röhrenförmigen Organe, welche

Digitized by Google

die innere Schicht der Jahresringe bilden, gröfser und lockerer verbunden, als diejenigen, welche die äufsere Schicht dieser Ringe bilden. Bei der Eiche z. B. beginnt die neue Holzlage mit aufserordentlich grofsen getüpfelten Spiralröhren, welche bekanntlich auf Querschnitten schon dem blofsen Auge sichtbar sind, indem sie einen 10mal gröfseren Durchmesser zeigen, als die gewöhnlichen Spiralröhren, welche hier zunächst den grofsen Röhren, aber mehr nach dem äufseren Rande des Holzringes zu gelegen sind. Zuletzt kommt noch eine Masse von sehr dickwandigen und fest verbundenen Faser-Zellen mit äufserst kleinen Höhlen, womit dann der Jahresring beschlossen wird. Die neue Schicht des darauf folgenden Jahresringes beginnt wieder mit den grofsen Röhren und dünnwandigen Zellen, daher denn auch der Unterschied zwischen der alten und der neueren Holzschicht so höchst auffallend ist.

Beobachtet man dagegen den Jahresring im Stamme der Fichten, so wird man, worauf ich schon früher (p. 73) aufmerksam gemacht habe, stets zwei Schichten in jedem Jahresringe unterscheiden können, wovon die innere Schicht aus kürzeren und breiteren Zellen, die äufsere dagegen aus sehr langen und feineren Prosenchym-Zellen besteht. Die Organe der inneren Schicht sind hier mit den Spiralröhren und die der äufseren Schicht mit den Faser-Zellen oder Bast-Zellen zu vergleichen. Bei einigen Gattungen der Coniferen, als bei Ephedra, Araucaria etc. sind diese Trennungen des Holzes eines Jahresringes in zwei Schichten nicht mehr so deutlich, ja oft kaum noch erkennbar, denn bei der Ephedra americana sind nur die äufsersten Zellen jeder Holzschicht dickhäutiger und etwas breit gezogen, wodurch sie sich von den gröfseren Röhren der darauf folgenden neuen Holzschicht unterscheiden. Oft sind diese Zellen so breit gezogen, dafs ihre Wände ganz untereinander liegen *).

*) S. Link, Elemt. 1ste Aufl. 157 etc.

Digitized by Google

Es ist allerdings der Fall, dafs die äufseren Lagen der Jahresringe durch längere Faser-Zellen gebildet werden, welche dem Baste sehr ähnlich sind, daher man denn wohl auch diese äufserste Schicht die Bastschicht zu nennen pflegt, was aber nicht zu billigen ist, denn diese Schicht von Bast-Zellen gehört zum Holzringe, ganz eben so bestimmt, wie die Masse von Faser-Zellen, welche die Holzbündel der Monocotyledonen an ihren Kanten, und zuweilen auch von den Seiten umschliefsen. Nur in sehr wenigen Fällen, und diese scheinen nur bei tropischen Hölzern vorzukommen, findet sich zwischen den verschiedenen Holzringen eine feine Schicht von Zellengewebe, welche die Jahresringe auf das Bestimmteste trennt, sich aber zugleich in die Masse der grofsen Markstrahlen unmittelbar fortsetzt, so dafs dadurch die einzelnen, radial verlaufenden Bündel, woraus die Holzringe bestehen, ganz und gar von einander getrennt werden.

Die Jahresringe der dicotyledonischen Gewächse bilden gewöhnlich geschlossene Röhren, welche sich über den Stamm und dessen Aeste und Zweige ununterbrochen hinziehen; die innerste dieser Röhren umschliefst unmittelbar das Mark und von den übrigen legt sich stets die jüngere um die ältere, ganz so, wie man es auf einem Querschnitte eines Baumes an den concentrischen Schichten sehen kann. Der Ast eines Baumes, welcher mehrere Jahre später entstand, als der Stamm desselben, der mufs natürlich eben so viel Jahresringe weniger zeigen, als er später als der Stamm entstand.

Auch ist es allgemein bekannt, dafs die verschiedenen Jahresringe eines Baumes sehr verschieden dick sind. Wenn man alte Bäume fällt, welche in einem Walde sehr dicht neben einander standen, so wird man durchschnittlich finden, dafs die innersten Holzringe (bis zum 20sten und 30sten Jahresringe in sehr dicken Stämmen, bis zum 15ten bis 20sten in weniger dicken Stämmen), ganz besonders breit sind, ja wohl 10—12mal so breit, als die einzelnen Jahresringe an dem Rande des Stammes. Wenn

Digitized by Google

man aber auch die Jahresringe unter sich vergleicht, welche nach dem Rande des Stammes gelagert sind, so wird man auch hier in den nebeneinander liegenden Ringen sehr bedeutende Verschiedenheiten in der Dicke finden; gewöhnlich sind einzelne Partieen, oft aus 4, 5 bis 7 und noch mehr Jahresringen von gleicher Dicke, und dann kommt eine andere Partie, wo die Jahresringe viel bedeutender dick sind.

Indessen diese Ansicht steht keinesweges unangefochten da, ja es fehlt auch hier nicht an Botanikern, welche gerade das Gegentheil davon beobachtet haben, so wie Andere wiederum eine ganz andere Reihenfolge in den Perioden haben wahrnehmen wollen, als die, welche vorhin angedeutet wurde. Duhamel *) sprach ebenfalls die Ansicht aus, dafs die äufseren, also die jüngeren Jahresringe im Allgemeinen immer dünner wären, als die ältesten Jahresringe; dagegen hat Herr Treviranus **) auf eine Stelle bei Ray aufmerksam gemacht, worin dieser Naturforscher das Gegentheil von dem Vorhergehenden angiebt; er sagt nämlich, dafs die inneren Holzlagen allezeit dünner als die äufseren seien; Ray setzt jedoch Gründe für diese Ansicht auseinander, woraus man schliefsen möchte, dafs dieselbe auf theoretischem Wege und nicht durch wirkliche Beobachtungen entstanden ist.

Sicherlich verhält sich dieser Gegenstand so, dafs man darüber kein ganz allgemein gültiges Gesetz aufstellen kann, sondern die verschiedene Dicke der Holzlagen mufs von Ursachen abgeleitet werden, welche in der Güte des Bodens, in der Beschaffenheit der Witterung u. s. w. zu suchen sind.

Herr De Candolle ***) ist der Ansicht, dafs der Baum selbst einen ziemlich regelmäfsigen Einflufs auf die Dicke der verschiedenen Jahresringe ausübt; er hat mit dieser

*) Naturgeschichte der Bäume. II. pag. 29.
**) Physiologie der Gewächse. p. 238.
***) Organographie. vég. I. p. 181.

Digitized by Google

Ansicht die Jahresringe an sehr alten Eichen untersucht, welche bis 300 und 333 Jahre zählten. Die Dicke der Holzschichten nahm bei diesen Bäumen bis zum 30sten und selbst bis zum 40sten Jahre zu; vom 30sten bis zum 50sten und selbst bis zum 60sten Jahre nahm die Dicke wieder ab, und von hier an wurde die Dicke der Jahresringe ziemlich regelmäfsig bis zu dem höchsten Alter. Vom 60sten Jahre an nahm der Durchmesser jener Eichen in Zeit von 10 Jahren, um 8 bis 10 Linien zu, und in der Zeit vom 20sten bis zum 30sten Jahre zeigte sich für 10 Jahre eine Zunahme in die Dicke um 2 bis 3 Zoll. Herr De Candolle glaubt hieraus schliefsen zu dürfen, dafs die Fällung des Holzes alle 30 Jahre vortheilhafter wäre, als alle 20 Jahre. Dieses stimmt auch mit den Erfahrungen der Forstleute ganz überein, welche ganz bestimmt nachgewiesen haben, dafs z. B. ein hundertjähriger Schlag um sehr Vieles vortheilhafter ist, als ein dreifsigjähriger, u. s. w. Vergleicht man jüngere Stämme mit sehr alten, die auf einem und demselben Boden nebeneinander wuchsen, so wird man finden, dafs die Anzahl der breiten Jahresringe, im Inneren des Stammes, immer in einem gewissen Verhältnisse zur gröfseren Dicke des ganzen Stammes steht, dafs ihre Zahl nämlich gröfser ist, je älter der Baum überhaupt ist, woraus man dann wohl schliefsen kann, dafs sich mit zunehmendem Alter die äufseren Holzringe etwas ausdehnen, wodurch dem Gewebe der inneren Holzringe ebenfalls einige Ausdehnung möglich wird; und dieses wird auch durch die anatomische Untersuchung bestätigt. Bei den Coniferen z. B. wo dieser Gegenstand so äufserst leicht zu untersuchen ist, wird man, schon auf jedem Vertikal- oder Querschnitte die Beobachtung machen können, dafs die Zellen, woraus hier das Holz besteht, viel gröfser, d. h. mehr ausgedehnter sind, als diejenigen, welche die äufseren Holzschichten darstellen, und eben in dieser Vergröfserung der einzelnen Elementarorgane, welche diese Holzschichten bilden, liegt der Grund, dafs dieselben oftmals 10 und 12mal breiter sind, als die äufseren Jahres-

Digitized by Google

ringe. Es ist bekannt, dafs die Bäume eines Waldes, wenn sie sehr dicht stehen, nur äufserst schmale Holzringe hervorbringen und dadurch natürlich auch sehr langsam wachsen; wenn man aber solche Wälder durchforstet, und dadurch dieselben etwas lichter macht, so kann man ein plötzliches stärker werden der einzelnen Holzringe beobachten, und ebenso stark werden auch die Holzringe an Bäumen eben derselben Art, wenn sie recht weitläuftig gepflanzt sind. Man hat aber auch schon längst die Erfahrung gemacht, dafs solche Bäume, welche im dichten Walde wuchsen, wo sich also die Holzringe nur sehr schmal entwickelten, viel stärker sind, als solche mit breiten Holzringen; daher werden die Mäste aus dichten Wäldern mehr geschätzt, als solche, welche künstlich angepflanzt waren.

Es scheint mir, dafs man, durch Vergleichung junger Baumstämme mit alten Baumstämmen, beweisen kann, dafs die breiten Holzringe im Inneren der alten Stämme nicht durch eine gröfsere Anzahl von Elementarorganen entstehen, sondern nur durch Ausdehnung der vorhandenen.

Wenn man die Jahresringe eines quer durchschnittenen Stammes in ihrem ganzen Verlaufe beobachtet, so wird man selten einen Baum finden, dessen Jahresringe vollkommen concentrisch verlaufen, und ebenso selten wird man das Mark des Stammes vollkommen im Mittelpunkte gelagert finden. Die Ursache dieser Erscheinung ist die ungleiche Dicke der Jahresringe in ihrem Verlaufe, wodurch sogleich die Regelmäfsigkeit in der Lage der übrigen Holzringe aufgehoben wird; gewöhnlich aber werden die übrigen Holzringe an eben derselben Stelle, wo der erstere Holzring dicker wurde, ebenfalls dicker, und so entsteht eine seitliche Hervorragung irgend eines Theiles des Stammes, wodurch alle Holzringe, die daran Theil genommen haben, excentrisch geworden sind. Diese stärkere Entwickelung einzelner Stellen des Stammes begründet sich auf eine stärkere Entwickelung der Wurzeln, welche jenen Stellen des Stammes entsprechen, und diese

Digitized by Google

Wurzeln werden wieder durch einen besseren, oder wenigstens wasserreicheren Boden zu einer stärkeren Entwickelung angereizt.

Indessen die hauptsächlichste Ursache der Excentricität der Jahresringe, möchte wohl in der ungleichen Vertheilung der Aeste zu finden sein, denn eine gröfsere Anzahl von Knospen, welche ein gröfserer Ast entwickelt, ist auch die Ursache einer partiellen Verdickung des neuen Jahresringes, und gröfsere Aeste, oder stärkere Belaubung an irgend einer Seite der Krone eines Baumes können wieder durch den Einfluſs des Lichtes u. s. w. hervorgerufen werden. Bei den Bäumen unserer nordischen Gegenden ist die Excentricität der Jahresringe nicht bedeutend, in den wärmeren Gegenden dagegen, besonders in den feuchten Gegenden innerhalb der Tropen, da kommen in dieser Hinsicht oftmals die allermerkwürdigsten Bildungen zum Vorscheine, welche sich jedoch leichter durch Abbildungen, als durch Beschreibungen verdeutlichen lassen. Ja es kommt hier auf irgend einer Seite des Stammes mit der Excentricität der Jahresringe so weit, daſs sich der ganze besonders hervorragende Theil des Holzkörpers von dem eigentlichen Stamme trennt und nun, für sich allein wachsend, ebenfalls mit concentrischen Jahresringen überzieht, was durch die seitliche Fortbewegung des, durch die Rinde herabsteigenden Stoffes zur Bildung des neuen Jahresringes bewirkt wird. Diese seitliche Fortbewegung jener herabsteigenden Masse, aus welcher der Holzring sich bildet, ist ganz deutlich zu erweisen; selbst abgestorbene Aeste werden auf diese Weise, oft auf weite Strecken mit der neuen Holzschicht, welche sich seitlich hinbewegt, überzogen. Nicht selten findet man auch an den grofsen Wurzeln unserer gewöhnlichen Waldbäume sehr merkwürdige Bildungen in Bezug auf die Excentricität der Jahresringe; diese Wurzeln, welche sich zuweilen bei fortdauerndem Wachsthume gleichsam zusammenquetschen, so daſs sie 2 und 3mal breiter, als dick werden, diese zeigen auf Querschnitten nach denjenigen

Digitized by Google

Seiten hin, wo sie zum Ausdehnen Platz hatten, 6 und 10mal breitere Jahresringe als auf den beiden anderen Seiten, auf welchen sie von anderen Wurzel-Aesten im Wachsen verhindert wurden.

Nachdem wir den Holzkörper der Dicotyledonen in Hinsicht seiner Zusammensetzung aus Jahresringen betrachtet haben, bleibt uns noch die Erörterung über die Zusammensetzung desselben aus den verschiedenen, schon mit bloſsem Auge zu unterscheidenden groſsen Abtheilungen, welche bei manchen Bäumen mehr oder weniger deutlich hervortreten, bei anderen dagegen fehlen. Man unterscheidet an dem Holzkörper der dicotyledonischen Bäume den Splint, den Kern, oder das Kernholz und die Markscheide. Der Splint nimmt die äuſsersten Schichten des Holzkörpers ein und besteht aus dem jungen noch nicht vollkommen erhärteten Holze. Bei Bäumen mit sehr weichem Holze, wie z. B. bei der Linde, der Weide, der Pappel u. s. w., da fehlt der Splint, aber der ganze Holzkörper ist von der Art, daſs er in Hinsicht seiner Härte, mit dem Namen des Splintes belegt werden könnte. Bei anderen, ebenfalls sehr weichen Hölzern, als denen der Tanne, der Fichte u. s. w., da ist der Splint von dem Kernholze leicht zu unterscheiden. Noch auffallender, als die verschiedene Härte, welche Splint und Kernholz zeigen, ist die Färbung dieser beiden Holzmassen. Die Splintmasse ist in allen Fällen heller gefärbt, als das Kernholz, und diese Färbung liegt in der Färbung der Membran, welche die einzelnen Elementarorgane des Splintes bildet. Und als Ursache dieser dunkeleren Färbung des Kernholzes möchte eine stärkere Karbonisation der Zellenmembran anzusehen sein, denn es ist erwiesen, daſs das innere Holz, nämlich das Kernholz stärker hitzt als der Splint. Auch wird der Splint, wegen der geringeren Dauerhaftigkeit, bei der Benutzung der Stämme zu technischen Zwecken vorher entfernt.

Bei denjenigen Hölzern, welche auffallend gefärbt sind, da ist auch der Unterschied in der Färbung zwischen

Digitized by Google

Splint und Kernholz sehr bedeutend: am Bedeutendsten ist dieser Unterschied bei dem Ebenholze, was schon zu Theophrast's Zeiten bekannt war. Der Splint des Ebenbaumes (Diospyros Ebenum Retz) ist ganz weifs, während das Kernholz eine ganz dunkele, fast schwarze Färbung zeigt. Bei dem Sapanholz (Caesalpinia Sapan L.) ist das Kernholz dunkel gelbroth, während der Splint gelblichweifs erscheint. Bei Cercis Siliquastrum L. ist das Kernholz gelb und der Splint weifs u. s. w. Diese Verschiedenheiten zwischen Splint und Kernholz sind jedoch nicht im anatomischen Baue desselben begründet.

Die Splintlage umfafst eine mehr oder weniger grofse Anzahl der äufsersten Jahresringe des Stammes, doch ist dieses bei verschiedenen Individuen einer und derselben Art nicht nur verschieden, sondern es trifft sich nicht selten, dafs die Splintlage auf den verschiedenen Seiten eines Stammes eine verschiedene Anzahl von Jahresringen einnimmt; sie ist oft an einzelnen Stellen um 5 und noch mehr Jahresringen dicker oder dünner, kurz man könnte sagen, dafs die Splintlage öfters ebenso excentrisch verläuft, wie es bei den Jahresringen beobachtet wird. Mit vorschreitendem Alter wandeln sich die innersten Splintlagen zu Kernholz um, doch dieses findet bei verschiedenen Bäumen und unter verschiedenen Verhältnissen sehr verschieden statt. In Herrn De Candolle's Organographie *) findet man diesen Gegenstand sehr speciell behandelt. Man fand den Splint in einer Eiche von 6 Zoll Durchmesser dem Holze gleich an Dicke; in einer Eiche von 1 Fufs Durchmesser verhielt sich derselbe zum Kernholze = 2 : 7, und in einem, 2 Fufs dicken Stamme gleich 1 : 9. Doch sind auch diese Verhältnisse bei verschiedenen Individuen nicht constant. Ja Herr Lichtenstein **) hat beobachtet, dafs Eichen, welche am Cap der guten Hoffnung gezogen waren, bei einer Dicke von 2 Fufs nur

*) I. pag. 150 u. s. w.

**) Reise im südlichen Afrika, I. pag. 276.

Digitized by Google

einen Kern von 2 Zoll Dicke erlangten. In Bezug auf dergleichen Verschiedenheiten, so wie auch in Hinsicht der excentrischen Lage des Splintes sind schon Duhamels Erklärungen, als die richtigen anzusehen. Auch hier liegen dieselben Ursachen zum Grunde, welche die Excentricität der Jahresringe verursachen u. s. w.

Der innerste Theil des Holzkörpers, welcher unmittelbar das Mark umschliefst, heifst die Markröhre, besser Markscheide, Markhülle oder Markkanal. Hill *) ist der erste Botaniker gewesen, welcher diesen innersten Theil des Holzkörpers unterschied, und ihm seiner Form wegen, welche bei einigen Gewächsen so auffallend ist, corona nannte; auch sprach er die Meinung aus, dafs dieser Theil des Holzkörpers gerade der Bedeutendste sei.

Die Markhülle bildet einen Kreis mit mehr oder weniger regelmäfsig einspringenden Winkeln, der durch die seitliche Verwachsung der ursprünglichen Holzbündel entsteht, welche anfangs getrennt und mit gewöhnlichem Parenchym umgeben standen. Die, nach dem Marke zu hervorspringenden Winkel sind die ersten Anfänge des Holzkörpers, und die einspringenden Winkel sind mit Markgewebe gefüllt, welches sich unmittelbar in die Markstrahlen fortsetzt, welche aber durch das seitliche Verwachsen der ersten Holzbündel ganz zusammengedrückt sind. Man hat der Markhülle in mehrfacher Hinsicht grofse Wichtigkeit zugeschrieben, und ich möchte eine solche Ansicht, in Bezug auf die Vegetation der Pflanze ebenfalls vertheidigen. Es ist eine allgemein anerkannte Thatsache, dafs die Spiralröhren, selbst in der Markhülle der ältesten Bäume, nur wenig verwachsen, gewöhnlich sogar noch, wenn auch nur auf kleine Strecken, abrollbar sind. Man möchte schon hieraus schliefsen, dafs diese Röhre für die ganze Lebensdauer des Baumes der ursprünglichen Function dieser Organe, nämlich der Saftführung vorstehen. Die Wichtigkeit der Markhülle tritt aber noch mehr her-

Digitized by Google

vor, wenn man beobachtet, dafs die Zellen, sowohl die langgestreckten verholzten Parenchym-Zellen, als die kurzen Pleurenchym-Zellen und die der Markstrahlen mehr oder weniger stark mit Amylum-Kügelchen gefüllt sind; diese Bildung einer so grofsen Menge von Reservenahrung findet schon gegen Ende des Sommers statt, und im Winter, hauptsächlich im Frühlinge wird dieselbe verbraucht. Ja es ist nicht selten, besonders bei jungen Bäumen, dafs die Markhülle eine grünliche Farbe zeigt, und untersucht man dieselbe alsdann mit dem Mikroskop, so findet man in den Zellen die grünlich gefärbten Amylum-Kügelchen, und diese Farbe ist durch Entwickelung von Chlorophyll, welches sich unmittelbar in den Amylum-Kügelchen zeigt, hervorgegangen.

Beobachtungen und Theorien haben mich zu der Ansicht geführt, dafs das Chlorophyll, als ein höchst karbonreicher Stoff überall, auch ohne unmittelbaren Einflufs des Sonnenlichtes entstehen kann, wo eine starke Anhäufung von Kohlenstoff vor sich geht. Also auch das Auftreten der grünlichen Farbe in der Markhülle mufs für einen üppigen Vegetations-Prozefs sprechen, welcher in diesem Theile des Holzes vor sich geht.

Schon die älteren Botaniker haben in der Form der Markhülle die verschiedensten Beziehungen zu den Pflanzen aufzufinden geglaubt, worüber Herr Treviranus *) sehr umständlich und gut referirt hat. Am Wichtigsten möchte die Ansicht von Palisot-Beauvois **) sein, welcher in der Form der Markscheide ein Verhältnifs zu der Vertheilung der Aeste und der Blätter des Stammes zu finden glaubte; zur Erreichung seiner Ansicht giebt er zwar eine Menge schöner Beispiele an, doch die späteren Untersuchungen anderer Botaniker, worunter besonders die von Herrn Treviranus ***) zu nennen sind, zeigen, dafs die Form

*) Physiolog. der Gewächse I. p. 247.
**) Mém. de l'Instit. XII. p. 136 etc.
***) l. c. p. 248.

Digitized by Google

der Markhülle in keiner Beziehung zur Stellung der Blätter oder zur Form des Stengels steht.

Auch ist es bei manchen Pflanzen sehr leicht zu erkennen, dafs die Form der Markhülle, auf weite Strecken des Stammes nicht immer gleich ist, dafs sich die Zahl der Vorsprünge und der Einsprünge oft vergröfsert und oft vermindert, denn nicht selten geschieht eine seitliche Verbindung der nebeneinander liegenden und nur durch Markstrahlen getrennten Holzbündel, welche an einer anderen Stelle wieder auseinander treten und sich mit anderen Bündeln von Neuem vereinen.

Die Markstrahlen.

Von besonderer Wichtigkeit bei der Zusammensetzung des Holzkörpers sind die Markstrahlen, welche unter den Benennungen: Utriculi transversales Malp. Insertions, Insertments Grew, Productions medullaires Duhamel, Royons medullaires, Actinenchym Hayne, Klammersubstanz Schrank, Spiegelfasern, Markverlängerungen u. s. w. bekannt sind.

Die Markstrahlen zeigen sich auf Querschnitten aus dem Stamme der Dicotyledonen als mehr oder weniger breite und lange Streifen, welche in radialer Richtung von dem Marke zur Rinde, oder umgekehrt von der Rinde zum Marke verlaufen. Sie bestehen aus horizontal verlaufenden Parenchym-Zellen, welche seitlich mehr oder weniger tafelförmig zusammengedrückt sind. Die Markstrahlen sind jedoch in Hinsicht ihrer Form, ihrer Gröfse und Länge bei verschiedenen Pflanzen recht sehr verschieden; sie verlaufen nicht immer ohne Unterbrechung zwischen Rinde und Mark, und diese Unterbrechungen sind entweder unbestimmt in ihrem Auftreten, oder sie beziehen sich ganz genau auf die einzelnen Jahresringe des Holzes, so dafs in diesem Falle alle Markstrahlen eines Jahresringes gleich lang sind und durch die Breite des Ringes ununterbrochen durchlaufen.

Man kann die Markstrahlen, wie es schon Herr

Digitized by Google

Kieser *) gethan hat, in zwei Klassen bringen, nämlich in grofse Markstrahlen und in kleine Markstrahlen, doch möchte ich die grofsen Markstrahlen, welche ununterbrochen vom Marke bis zur Rinde verlaufen, als ursprüngliche ansehen, denn sie entstehen aus dem parenchymatischen Zellengewebe, welches im jungen Stamme der Dicotyledonen zwischen den noch einzeln stehenden Holzbündeln gelagert ist, und die unmittelbare Fortsetzung des Parenchym's des Markes und der Rinde darstellen. Standen die Holzbündel im jungen Stamme weit auseinander, so entstehen nach dem Verwachsen der Holzbündel zu einem festen Holzringe jene breiten oder grofsen Markstrahlen, welche ununterbrochen zwischen Rinde und Mark verlaufen und auf Querschnitten schon mit blofsem Auge zu erkennen sind. Bei der Bildung der folgenden Jahresringe setzen sich nun diese Markstrahlen ununterbrochen, in eben derselben Richtung weiter fort, oder dieselben werden durch eine Zellenschicht, in welche die äufsersten Enden der Markstrahlen eines jeden Jahresringes auslaufen, von einander getrennt und dann verlaufen die Markstrahlen der äufseren Jahresringe nicht mehr in eben derselben Richtung fort, worin die des innersten Jahresringes liegen. Dieses kann dann auch um so weniger der Fall sein, da die Holzmasse in den neueren Jahresringen immer gröfser auftritt; d. h. die Zahl der einzelnen Holzbündel, und daher auch die der dazwischen verlaufenden Markstrahlen nimmt immer verhältnifsmäfsig zu. So finde ich in dem Stamme einer Cissampelos-Art in dem innersten Jahresringe 21 einzeln stehende und durch ursprüngliche Markstrahlen gesonderte Holzbündel, während der zweite Jahresring deren schon 76, und der vierte Jahresring schon 152 Holzbündel und eben so viele Markstrahlen aufzuweisen hat u. s. w.

Im Holzkörper eines Stammes von Cactus chilensis Colla, welcher keine Spur von Jahresringen zeigt, ist das

*) Phytonomie p. 65 etc.

Digitized by Google

Auftreten der Markstrahlen auf den Querschnitten sehr gut zu beobachten. Die Zahl der spitzen Hervorragungen der Markhülle ist auch die Zahl der grofsen Markstrahlen, welche ununterbrochen von dem Marke bis zur Rinde verlaufen und immer in den einspringenden Winkeln, d. i. zwischen zwei Holzbündel der Markhülle beginnen. Hier wie überall, wo im Holzkörper keine Jahresringe auftreten und grofse Markstrahlen denselben durchziehen, da ist derselbe gleichsam aus radial gestellten, keulenförmigen Holzbündeln zusammengesetzt, welche mit der zugeschärften Kante in das Mark hineinragen, und mit dem breiteren Ende nach der Rinde zu gelegen sind. Indessen in jedem dieser strahlenförmig gestellten Holzbündel treten wieder neue Markstrahlen auf, welche ebenfalls ununterbrochen zur Rinde zu verlaufen, und ihre Zahl wird immer gröfser, je breiter der keulenförmige Strahl wird. So finde ich zuweilen zwei, drei, ja vier und selbst sechs grofse Markstrahlen in der Masse der einzelnen Holzbündel, welche sich von denen, die zwischen diesen Holzbündeln liegen, nur durch geringere Breite und geringere Länge unterscheiden. Ganz ebenso verhält es sich bei dem Weinstocke.

Durch sehr einfache Experimente, von welchen später noch umständlich die Rede sein wird, läfst es sich erweisen, dafs die Markstrahlen von der Rinde aus gebildet werden, doch gilt dieses nur für die späteren Jahresringe des Holzes, denn die Markstrahlen des innersten Holzringes sind unmittelbare Fortsätze des Parenchyms der Rinde wie des Markes. Bei manchen Bäumen, z. B. bei unserer Buche kann man beobachten, dafs sich die Markstrahlen der Rinde unmittelbar in das Holz hinein fortsetzen.

Sehr bemerkenswerth erscheint es, dafs die Zellen der Markstrahlen in manchen Pflanzen mit grüngefärbten Kügelchen auftreten, was z. B. in den jährigen Trieben des Weinstockes, wie in vielen anderen Schlingpflanzen, deutlich zu sehen ist. Untersucht man diese Hölzer auf Querschnitten, so findet man, dafs sich diese grünlich ge-

Digitized by Google

färbten Markstrahlen des Holzes unmittelbar in die Markstrahlen der Rinde fortsetzen, hier die Bündel von Baströhren umschliefsen und durch ihre Vereinigung die grüne Schicht oder die sogenannte zellige Hülle der Rinde bilden, welche bei der Rebe aufserordentlich schmal ist. Auch in Hinsicht der Form, wie des Inhaltes sind die Zellen dieser verschiedenen Bildungen so übereinstimmend, dafs man auch auf eine gleiche Funktion der Markstrahlen und der grünen Schicht der Rinde schliefsen möchte. In den einjährigen Trieben des Weinstockes findet man, den Winter hindurch, eine sehr grofse Menge von Amylum-Kügelchen in den Zellen des Markes und in allen Faser-Zellen des Holzes, welche dem Marke zunächst gelegen sind. Im Frühlinge des folgenden Jahres, schon lange vor dem Steigen des Saftes im Holze, sieht man wie sich die Zellen des Markes mit Saft füllen, und wie die Amylum-Kügelchen aufspringen und sich zu Schleim und Zucker verwandeln.

Aufser den grofsen oder ursprünglichen Markstrahlen, welche vom Marke bis zur Rinde verlaufen, findet man in den meisten Hölzern noch kleinere, welche nur kleinere Strecken durchlaufen, im Umfange des Stammes am häufigsten auftreten, gegen den Mittelpunkt desselben aber immer mehr und mehr verschwinden, jedoch nicht durch blofses Zerdrücktwerden, sondern durch gänzliches Fehlen. Diese kleinen Markstrahlen werden durch mehrere Reihen horizontal gestreckter Parenchym-Zellen gebildet, welche in einer geraden Fläche vertikal übereinander gelagert sind. Die Form dieser Zellen ist die einer zusammengedrückten vierseitigen Säule; sie sind nicht so breit, als die Zellen der umliegenden Holzmasse, und sind überhaupt um so mehr zusammengedrückt, je härter das Holz ist. Bei den Nadelhölzern sind sie weniger zusammengedrückt, so dafs sie zuweilen in der Form erscheinen, welche Fig. 3. Tab. III. aus dem Fichtenholze zeigt. k k k k sind hier die durchschnittenen Zellen der Markstrahle. Zuweilen sind diese Zellen im jungen Holze auf

Digitized by Google

dem Durchschnitte gleichseitig viereckig u. s. w. In manchen Hölzern sind diese kleinen Markstrahlen auf den Spaltungsflächen schon mit bloſsem Auge sehr deutlich zu erkennen, besonders bei der Buche, wo sie sich durch eine besondere Färbung von den Längsfasern des Holzes unterscheiden; hier sieht man überall, wo sie beginnen und wo sie aufhören, auch erkennt man ihre geringe Breiten-Ausdehnung.

Der Zweck der Markstrahlen, sowohl der groſsen wie der kleinen, ist offenbar eine leichtere seitliche Verbindung zwischen Rinde und Mark, so wie überhaupt zwischen den nebeneinander liegenden Schichten zu bewerkstelligen, und zwar zum Durchgange der Säfte. Auch werden gerade diese Parenchym-Zellen der Markstrahle sehr oft zur Aufspeicherung der Reservenahrung benutzt.

Das Mark.

Das Mark der Dicotyledonen liegt in der Mitte der Holzsubstanz und füllt den Cylinder, welchen die Markhülle, als die innerste Schicht des Holzkörpers bildet. Das Mark ist offenbar von hoher Bedeutung für die Pflanze, doch können wir dieselbe noch nicht erklären. Bei aller Bildung neuer Knospen, bei jeder Astbildung u. s. w., da nimmt das Mark zuerst daran Theil, denn es ist, als wenn gerade das Mark das Holz durchbricht; und überall an den Enden der Zweige, wo das Wachsthum weiter fortgeht, da ist gerade die Markmasse verhältniſsmäſsig am bedeutendsten. Ist der Jahrestrieb ausgebildet, so erstirbt das Mark meistentheils, aber an allen neuen Trieben des alten Stammes ist es um so thätiger, und wie Herr Treviranus *) sehr gut sagt: Der Umfang des Markes steht in genauer Verbindung mit der Lebhaftigkeit des Wachsthumes und ist daher nicht nur in verschiedenen Stengeln, sondern auch in den verschiedenen Theilen eines und des nämlichen Stengels verschieden. — Die erste Bildung der jungen Knospe, ist ein bloſses Auswachsen

*) Physiologie der Gewächse, I. p. 249.

Digitized by Google

der Marksubstanz, und später, wenn sich jene junge Knospe selbstständig entwickelt, dann tritt eine genaue Scheidewand zwischen dem alten und dem neuen Marke ein. Dieses kann man ganz besonders deutlich an den Endknospen beobachten, wenn man sie der Länge nach spaltet; macht man aus solchen Spaltungsflächen feine Schnitte und beobachtet sie unter dem Mikroskope, so kann man die Grenzlinie zwischen dem alten und dem jungen Marke auf das Bestimmteste erkennen, indem die Zellen des Letzteren noch frisch und mit Saft gefüllt, die des alten Markes aber ungefärbt und mit Luft gefüllt erscheinen.

Es ist ein alter Streit unter den Botanikern, ob das Mark mit zunehmendem Alter an Umfang abnehme, oder ob dasselbe die erlangte Gröfse beibehalte. Grew, Duhamel, Mirbel u. A. m. geben an, dafs das Mark mit zunehmendem Alter allmählig immer kleiner werde und endlich ganz verschwinde. Knight und Du Petit-Thouars dagegen, haben ganz entchieden jene Angaben bestritten, und dieses stimmt auch mit der Natur überein. Es liegen Durchschnitte von sehr alten Bäumen vor mir, deren Mark ganz eben so grofs ist, als man es in den zwei- und dreijährigen Trieben eben derselben Bäume beobachtet, auch bemerkt man hier, obgleich gegen 200 Jahresringe die Markröhre umschliefsen, keine Spur eines gewaltsamen Zusammengedrücktseins, sondern die Zellen des Markes sind wohl eben so grofs und ebenso geformt, wie ich sie in den jüngeren Aesten eben derselben Art vorfinde. Diejenigen Botaniker, welche früher das Gegentheil von dieser Thatsache behaupteten, dafs nämlich das Mark im Baume mit zunehmendem Alter allmälig ganz verschwinde, wurden offenbar durch den dicken Markcylinder verleitet, welchen man in den Wasserschüssen einiger Bäume, z. B. bei dem Hollunder, der Rofskastanie u. s. w. ganz gewöhnlich beobachtet. Werden nun dagegen alte Stämme oder alte Aeste eben desselben Baumes untersucht, welche nicht aus Wasserschöfslingen entstanden sind, so findet man in ihnen eine weit kleinere Markröhre und dieses

Digitized by Google

gab zu der Ansicht Veranlassung, dafs das Mark mit zunehmendem Alter allmälig ganz verschwinde. Herr Link hat schon die Beobachtung gemacht, dafs das Mark in einem dreijährigen Zweige von Aesculus flava dicker war, als in einem jährigen Zweige eben desselben Baumes, und diese Beobachtung finde ich an jedem Baume bestätigt, so wie auch die *), dafs das Mark in einem jährigen ausgewachsenen Zweige kleiner ist, als in einem solchen jüngeren noch nicht ausgewachsenen Zweige.

Es folgt hieraus, was auch bei jedem Baume zu beobachten ist, dafs sich das Mark bei der Verholzung der Markhülle etwas zusammenzieht, dafs es sich jedoch in der nächst folgenden Zeit wieder etwas durch Ausdehnung der Zellen vergröfsert, und dafs es alsdann bald, oft schon im 2ten, oft erst im 3 und 4ten Jahre in den Zustand kommt, in welchem es für die ganze Lebensdauer des Baumes verbleibt.

Wenn die Thätigkeit des Markes aufhört, was ganz gewöhnlich gegen das Ende der ersten Vegetations-Epoche statt zu finden pflegt, so verlieren die Markzellen ihren Saft und füllen sich dann mit Luft; die Farbe, welche sie in diesem Zustande annehmen, ist weifs oder weifsgelblich, doch man findet auch nicht selten, dafs die Zellen-Membran der Markzelle eine ähnliche dunkele Farbe annimmt, wie sie die Membran des Holzes zeigt. In anderen Fällen zeigt das alte Mark eine mehr oder weniger dunkele Farbe und diese wird hauptsächlich durch harzige Contenta veranlafst, welche dieselben in ihrem Inneren aufzuweisen haben. Dieses ist bei den Coniferen ganz allgemein, doch bei den Ephedra-Arten ganz besonders bemerkenswerth. Bei Ephedra americana finde ich grofse Harzkugeln, welche die Höhle der Markzellen im alten dicken Stämme füllen, und den Zellen ein scheinbar durchlöchertes Ansehen geben. Bei dem Trockenwerden des Markes nimmt die Membran der Zellen eine gewisse Härte und

*) S. Link's Elem. phil. bot. Ed. alt. I. p. 282.

Digitized by Google

Sprödigkeit an, welche man sehr gewöhnlich bei solchen mit Luft gefüllten, oder in Lufthöhlen hineinragenden Zellen zu beobachten pflegt. »

Doch finde ich das Mark in einer zweijährigen Weinrebe, etwa 14 Tage vor der Zeit des Saftsteigens, ganz frisch und saftig, so dafs sich das Wasser aus den Zellen desselben durch Druck entfernen läfst, demnach ist auch dieser Gegenstand noch nicht so ganz erledigt.

Im Allgemeinen findet sich das Mark bei den Dicotyledonen nur im Stamme, und in der Wurzel fehlt dasselbe, doch es giebt eine Menge von Fällen, wo das Mark auch in der Wurzel der Dicotyledonen, und zwar als eine Fortsetzung des Markes vom Stamme her erscheint, doch wird es um vieles kleiner und hört, der Spitze zu, allmälig ganz auf. Bernhardi hat zuerst nachgewiesen, dafs sich das Mark in der Wurzel, wie z. B. bei der Balsamine selbst bis zur Spitze hinzieht, und Herr Link *) hat hierüber vortreffliche Bemerkungen bekannt gemacht. Nach diesen Angaben kommen die Aeste der Wurzel aus dem Holze, aber das Mark zieht sich oft bis in die Aeste hinein, was ich auch in allen unseren grofsen Waldbäumen bemerken kann. Die Knospen aber, welche aus der Wurzel entspringen, kommen nach Herrn Link's Untersuchungen aus dem Marke oder aus den Markstrahlen. In den Luftwurzeln ist das Mark dagegen meistens sehr grofs und ein geschlossener Holzring schliefst dasselbe ein, selbst bei den Monocotyledonen.

Der Rindenkörper.

Eine genauere Kenntnifs des Rindenkörpers haben wir später als die des Holzkörpers erhalten; zwar haben die meisten Phytotomen auch diesen Gegenstand untersucht, und seit Malpighi und Grew die Resultate ihrer Untersuchungen bekannt gemacht, doch dieselben waren immer nur einseitig; man hatte die Rinde dieser oder

*) Philosophia botan. Ed. alt. pag. 369.

Digitized by Google

jener Pflanze untersucht, meistens nur zu einer gewissen Periode, oft nicht einmal von ihrem frühesten Entwickelungszustande an und zog aus dem Baue der einzelnen untersuchten Pflanzen allgemeine Resultate. Wie wahr diese Behauptung ist, kann man aus den Resultaten der interessanten Abhandlung ersehen, welche neuerlichst von Herrn H. Mohl *) publicirt worden ist.

Im Allgemeinen erkannte man, dafs die Rinde der dicotyledonischen Bäume und Sträucher aus verschiedenen Schichten bestehe, doch über die Anzahl dieser Schichten, über die Bedeutung derselben bei verschiedenen Bäumen, so wie über deren Entwickelung war man durchaus uneinig. Grew unterschied an der Rinde blofs die Oberhaut und den Rindenkörper, erstere bestehe aus kleineren, im späteren Wachsthume vertrocknenden Bläschen, und der Rindenkörper bestehe aus Parenchym und aus Gefäfsen, welche besonders im innersten Theile der Rinde angehäuft sind und später mit den äufseren Theilen der Rinde, welche in verschiedener Richtung aufspringt, abfallen. Malpighi dagegen unterschied an der Rinde junger Aeste von Weiden etc. drei verschiedene Lagen, nämlich eine Cuticula, unter dieser einige concentrische Schichten von Zellen, und drittens die netzförmigen Bastschichten.

Duhamel unterschied ebenfalls drei Schichten in der Rinde, welche er jedoch genauer, als Malpighi characterisirte. Die Epidermis bildet nach ihm einen allgemeinen dünnen und trockenen Ueberzug über die Stämme der Bäume, sie finde sich übrigens auch an allen übrigen Theilen, jedoch an verschiedenen Stellen mit verschiedener Structur. In Folge grofser Ausdehnung der Aeste und Stämme zerreifst die Epidermis in Lappen, und sie soll ein bedeutendes Reproductions-Vermögen besitzen, was jedoch von den späteren Phytotomen nicht bestätigt wurde.

*) Untersuchungen über die Entwickelung des Korkes und der Borke auf der Rinde der baumartigen Dicotyledonen. Tübingen, 1836. etc.

Digitized by Google

Die zweite Schicht nennt Duhamel die zellige Hülle (enveloppe cellulaire), er versteht darunter die Schichten von grünen saftigen Zellen, welche eine ähnliche Structur wie das Mark der Bäume zeigt, und aus Zellengewebe besteht. Auch diese Schicht soll ein Reproductionsvermögen zeigen und sogar zur Wiedererzeugung der Epidermis dienen.

Die dritte Schicht der Rinde ist diejenige, welche zwischen der zelligen Hülle und dem Holze liegt und eine ganz besondere Zusammensetzung zeigt; sie besteht nehmlich aus Baströhren, welche netzförmig mit einander verwachsen sind, und wobei die daraus entstehenden Maschen mit Zellengewebe gefüllt sind, eben dieses Zellengewebe sei es auch, welches in seine Fortsetzung die zellige Hülle und zuletzt auch die Epidermis bilde. Die meisten späteren Physiologen folgten der Angabe Duhamel's, hie und da einige eigenthümliche, einander sehr widersprechende Beobachtungen anführend. Herr Treviranus *) spricht nur von einer äufseren und einer inneren Rindenlage, und versteht unter ersterer nichts weiter, als die sogenannte zellige Hülle, „enveloppe cellulaire" nach Duhamel; die Zellenmassen, welche so häufig oberhalb dieser zelligen Hülle, und zwar sehr bedeutend auftreten, sind nach seiner Ansicht nur Veränderungen der äufsersten Schichten der zelligen Hülle, welche durch äufsere Einflüsse veranlafst werden, was aber sicherlich nicht der Fall ist, wie es die Beobachtung der Rinde an jungen Stämmchen zeigt.

Will man über die Zusammensetzung der Rinde gehörigen Aufschlufs erhalten, so mufs man dieselbe zuerst in ihrem normalen Zustande untersuchen, so, wie sie bei ihrem ersten Auftreten erscheint; und wenn man dann immer ältere und ältere Rinde untersucht, so wird man die Veränderungen kennen lernen, welche die verschiedenen Schichten der Rinde in Folge des Wachsthumes erleiden. Vergleicht man jedoch den Bau der Rinde von ver-

*) Physiologie I. p. 211.

Digitized by Google

schiedenen alten Bäumen, so wird man gewifs nur selten eine Uebereinstimmung finden. Die Herren Mohl und Link *) haben dieses in ihren neuesten Schriften dargethan und in verschiedenen Fällen erklärt.

Die Rinde der dicotyledonischen Bäume und Sträucher besteht aus drei deutlich zu sondernden Schichten, welche noch aufserdem durch die Epidermis umschlossen werden, die an den jungen Stämmen fast ganz gewöhnlich mit Spaltöffnungen und mit Haaren bekleidet ist, aber gröfstentheils sehr bald zerreifst und mit dem Dickerwerden des Stammes allmälig ganz und gar verschwindet. Hierauf kommt die äufsere Rindenschicht zum Vorschein; sie ist es, welche von vielen Physiologen mit dem Namen der Epidermis des Stammes belegt wurde. Herr Link nennt sie mit älteren Botanikern: Epiphloeum, Oberrinde, und Herr Mohl schlägt dafür, die Benennung Rindenhaut, Periderma vor; ich selbst möchte sie Korkschicht nennen, indem sich, gerade aus dieser Schicht bei gewissen Bäumen eine ungeheuere Masse von Korksubstanz entwickelt. Diese Korkschicht zeigt ein parenchymatisches Zellengewebe, welches sich in vieler Hinsicht von demjenigen der übrigen Rindenschichten unterscheidet, die Zellen der Korkschicht sind anfangs ziemlich ganz ungefärbt, später bräunt sich die Membran derselben, sie bleiben aber immer ohne körnigen Inhalt. Die Form und die Stellung der Zellen in der Korkschicht ist überaus regelmäfsig; es sind meistens würfelförmige Zellen, doch mehr oder weniger tafelförmig zusammengedrückt, welche die einzelnen Zellenlagen der Korkschicht bilden, besonders die der äufsersten Schichten. Ja oft sind auch diese Zellen auf ihrem horizontalen Durchmesser länger, als auf dem Längendurchmesser, und so bilden sie dann jenes Gewebe, welches man unter dem Namen des mauerförmigen Zellengewebes kennen gelernt hat. Bei der grofsen Regelmäfsigkeit in der Form dieser Zellen, so wie bei der gleichen Gröfse derselben, wird es

*) Phil. bot. Ed. alt. I. p. 274.

Digitized by Google

möglich, dafs sie auf das Regelmäfsigste in Schichten gestellt sind, welche concentrisch um den ganzen Stamm verlaufen; dergleichen Schichten von Zellen, woraus die Korksubstanz besteht, sind freilich bei verschiedenen Pflanzen sehr verschieden in der Zahl, doch durchschnittlich möchten sie zwischen 3, 4 bis 8 und darüber betragen, später jedoch, wenn sich die Korksubstanz durch Anlage neuer Schichten auf ihrer inneren Fläche vergröfsert, dann wird diese Masse sehr bedeutend. In anderen Fällen kommt es zu keiner besonderen Entwickelung der Korksubstanz und dann bleibt die Zahl der Zellenschichten in derselben, bis sie etwa von der Oberfläche der Rinde abschelvern.

Die darauf folgende Schicht der Rinde ist die grüne Zellenschicht, welche man gewöhnlich die zellige Hülle zu nennen pflegt, eine Benennung, welche aber offenbar nicht genug bezeichnend ist. Da die Zellen dieser Schicht durch ihren Inhalt eine schöne grüne Farbe zeigen, welche nur in sehr seltenen Fällen, auch einigen anderen Theilen der Rinde zukommt, so wäre es passender, wenn man diese Schicht nach ihrer Farbe benennen wollte, obgleich sich auch diese im Alter der Pflanzen sehr oft ändert und meistens bräunlich wird. Zwar ist diese grüne Rindenschicht in der Mitte zwischen Korkschicht und Bastschicht gelegen und könnte demnach sehr wohl Mittelrinde genannt werden, doch sehr häufig ist bald die Oberrinde bald die Bastschicht mehr oder weniger stark entwickelt, ja zuweilen ist die Oberrinde abgeworfen und dann wäre diese Benennung eben so wenig bezeichnend wie jene der grünen Rindenschicht, wo die Zellen durch Einwirkung der Luft u. s. w. braun geworden sind. Herr Link*) hat den Begriff: Mittelrinde, Mesophloeum aufgestellt, er umfafst damit aber theilweise zugleich die Korkschicht, welche, wie es besonders Herr Mohl nachgewiesen hat, so ganz verschieden von der grünen Rindenschicht ist.

*) L. c. p. 278.

Digitized by Google

Die Zellen der grünen Rindenschichten sind meistentheils sehr dickhäutig und ungefärbt, während die der Korkschicht dünnhäutig und zum Theil bräunlich gefärbte Membranen aufzuweisen haben. Dagegen sind die Zellen der grünen Zellenschicht mit grüngefärbten Zellensaftkügelchen, ja oft mit ganzen Massen einer, durch Chlorophyll grüngefärbten Substanz gefüllt. Diese grünfärbende Substanz liegt hier meistens der inneren Fläche der Membran genau an, kommt aber auch in Form regelmäfsiger Zellensaft-Kügelchen vor. Auf die streifige Textur der Wände dieser Zellen ist schon früher (pag. 70) aufmerksam gemacht.

Mitten in dieser grünen Zellenschicht treten bei sehr vielen Bäumen und Sträuchern einzelne, mehr oder weniger grofse, theils ungefärbte, theils weifslich gefärbte Zellenmassen auf, welche fast immer aus sehr dünnhäutigen Zellen bestehen und Krystalle enthalten. *) Indessen auch die übrigen Zellen der grünen Rindenschicht pflegen häufig mit Krystallen gefüllt zu sein, und zwar sind es, wenigstens in Bäumen und Sträuchern meistens Krystalle von der Form des Kalkspathes und des Gypsspathes.

Die Vereinigung der Zellen der grünen Schicht ist nicht so fest, als die in der Korkschicht; die Intercellulargänge treten darin in grofser Anzahl und von aufserordentlicher Gröfse auf, ja sehr häufig ist das ganze Gewebe äufserst locker und von unzählbaren unregelmäfsigen Luftbehältern durchzogen, welche durch Auseinandertretung der Zellen entstanden sind.

Die innerste Schicht der Rinde (Endophloeum, Innerrinde nach Link) ist unter dem Namen der Bastschicht am bekanntesten, sie besteht aus parenchymatischem Zellengewebe, welches als eine Fortsetzung der grünen Rindenschicht zu betrachten sein möchte, und aus mehr oder weniger grofsen Bündeln von Faserzellen, welche man auch Bastzellen nennt, indem sie gerade den Bast der Bäume

*) S. die Abbildung in Fig. 7. Tab. 1. zu meiner Phytotomie.

Digitized by Google

bilden. Diese Bastbündel laufen bald ganz parallel der Längenachse des Stammes, bald zeigen sie einen, etwas geschlängelten Lauf, der mit zunehmendem Alter der Pflanze immer bedeutender wird.

Durch diesen geschlängelten Lauf der Bastbündel entstehen regelmäfsig geformte Zwischenräume, wodurch das Ganze ein sehr niedliches, netzartiges Ansehen erhält, und die Maschen dieses Netzes sind mit Parenchym-Zellen gefüllt, welche man als die Markstrahlen der Rinde betrachten kann.

Diese Markstrahlen der Rinde kannte einst schon Leeuwenhoeck, sie liegen, wie schon angegeben wurde, zwischen den geschlängelt verlaufenden Bündeln von Bastzellen und bestehen entweder nur aus einer einzelnen Reihe vertikal übereinanderliegender Zellen, oder, wie es gewöhnlich der Fall ist, aus mehreren Reihen. Diese Markstrahlen verlaufen in der Rinde ganz in derselben Richtung wie im Holze, und sie sind dort auch nur die Fortsetzungen der Markstrahlen des Holzes, obgleich die einzelnen Zellen derselben in dem Rindengewebe allerdings eine ganz andere Form erhalten. Die horizontale Länge dieser Markstrahlen der Rinde ist oft sehr unbedeutend, denn man findet, dafs sie zuweilen nur einige Zellen breit sind, in anderen Fällen treten sie dagegen zu 3, 4 und noch mehr Zellen breit auf. Wie sich unmittelbar die Markstrahlen der Rinde aus denen des Holzes fortsetzen oder umgekehrt, das kann man an dem Stamme mancher Bäume sehr deutlich beobachten, wenn man einen Längenschnitt durch den äufseren Rand des Holzkörpers und den inneren Rand der anstofsenden Rinde verfertigt. Ganz besonders leicht ist es an der Buche zu sehen.

Die Zellen der Markstrahlen der Rinde sind meistens ellipsoidisch gestaltet, ja zuweilen fast kugelrund, und dieses ist immer ein Zeichen von einem sehr lockeren Gewebe der Rinde.

Der Verlauf der Markstrahlen der Rinde geht von der äufseren Fläche des Holzkörpers durch die Bastschicht

Digitized by Google

bis zur grünen Zellenschicht der Rinde, hier enden die Markstrahlen, oder vielmehr von hieraus entstehen die Markstrahlen und verlaufen durch die neugebildeten Bastschichten bis zu den Markstrahlen des Holzkörpers. Ja zuweilen sind die Zellen der Markstrahlen der Rinde, wie auch die des Holzkörpers mit grünen Kügelchen gefüllt und haben also ganz denselben Bau, als die grüne Zellenschicht der Rinde, wie z. B. bei dem einjährigen Weinstocke. Auf der inneren Fläche der Rinde, d. h. in den inneren Schichten derselben, findet man bei den Weiden, den Kastanien, bei unseren gewöhnlichen Obstbäumen und fast bei allen anderen mehrjährigen Stämmen ein aufserordentlich niedliches Netz, welches durch die Markstrahlen gebildet wird, indem durch ihr Zwischentreten die Bastbündel und die einzelnen Bastzellen in solcher Art auseinander gedrängt erscheinen, dafs sie einen geschlängelten Verlauf zeigen, welcher mit zunehmendem Alter bis zu einem gewissen Grade, immer bedeutender wird. Bei den meisten Dicotyledonen vergröfsert sich bei fortdauerndem Wachsthume die Bastlage durch unmittelbare Anlage neuer Schichten, und in allen diesen, aufeinanderliegenden Schichten, welche man zuweilen durch Maceration sehr leicht von einander trennen kann, findet ein Correspondiren in der Lage zwischen gleichartigen Gebilden statt. So liegen die Markstrahlen der einen Schicht unmittelbar auf den Markstrahlen der anderen Schicht, und Bastzellen unmittelbar auf Bastzellen, doch geht dieses nicht durch alle Schichten durch, wie man es bei sehr vielen Pflanzen auf Querschnitten sehen kann; es treten neue Markstrahlen der Rinde auf, wenn die Bastbündel in den äufseren Schichten wieder zusammengetreten sind.

Es ist leicht einzusehen, dafs die Bastschicht der Rinde, welche den Holzkörper eines einjährigen Stammes umschliefst, dafs diese in einem alten Stamme in Folge der Ausdehnung durch das Wachsthum desselben sehr grofse Veränderungen erlitten haben mufs. Diese Veränderungen bestehen zum Theil in einer Ausdehnung der

Digitized by Google

Maschen des Bastnetzes, indem die Zellen, welche die Maschen füllen und die Markstrahlen der Rinde bilden, sich vergrößern und durch neue Bildungen auch vermehren, und zum Theil in neueren Bildungen von Bastbündeln, welche aber nur durch Trennung der schon vorhandenen Bastzellen entstehen. Dieses beständige Auseinandertreten der Bastzellen mit zunehmender Dicke des Stammes, ist wohl als eine passive Bildung anzusehen, indem diese Masse mechanisch durch die Verdickung des Holzkörpers von einander getrennt wird; dagegen die Hineinbildung neuer Zellenmassen, als eine neue Bildung, gleichsam als eine Reproduction der Rindensubstanz zu betrachten ist, denn überall, wo man diese innere Bastschicht verletzt, da dringt solch neues Zellengewebe in die Wunde hinein um dieselbe auszufüllen, und dieses Zellengewebe entsteht aus dem herabsteigenden Safte der Rinde. Herr Dutrochet hat dieses Wachsthum in die Breite mit: accroissement en langeur par production mediane, bezeichnet, und in der That, es findet hier derselbe Vorgang statt, wie bei der Zwischenlagerung der kleinen Markstrahlen in den äußeren Schichten des Holzkörpers, doch bleibt hier im Holze die einmalige Bildung für die ganze Lebensdauer unverändert.

Wir haben also im Vorhergehenden kennen gelernt, daß die Rinde eigentlich aus 4 verschiedenen Zellenschichten besteht. Herr Dutrochet hat eine sehr sinnreiche Hypothese über die Aehnlichkeit in der Aneinanderreihung der Rindenschichten mit denjenigen der Holz- und Mark-Lagen aufgestellt, welche im Allgemeinen auch von Herrn De Candolle vorgetragen worden ist. Diese beiden Botaniker sprechen von einem Rindensystem (Systeme cortical) und einem Centralsystem (Systeme central); die Grenze zwischen beiden ist die Linie, wo die Bastschicht der Rinde mit der äußersten Lage des Holzkörpers zusammenstößt. Die Anordnung der einzelnen Schichten, woraus der Holzkörper und der Rindenkörper besteht, soll eine und dieselbe sein, nur in umgekehrter Ordnung. Die zellige

Digitized by Google

Masse (die grüne Rindenschicht nämlich) soll einen Gegensatz zum Marke darstellen, indem dieses ebenfalls aus Zellen zusammengesetzt ist, aus welchem Grunde auch Letzteres die Benennung Medulle centrale und Ersteres Medulle corticale erhalten hat.

Zuerst hat man bei diesen sehr geistreichen Hypothesen, die Rinde in drei verschiedene Schichten getheilt, nämlich in den Bast, die eigentlichen Rindenlagen und die zellige Hülle, eine Eintheilung, welche aber nach der vorhergegangenen Auseinandersetzung über die Structur der Rinde, nicht ganz richtig ist. Um nun auch drei entsprechende Schichten im Central-System herauszubringen, hat man den Splint als die eine Schicht, das Kernholz als zweite Schicht und das Mark als dritte Schicht aufgestellt, eine Eintheilung oder Ansicht, welche jedoch ebenfalls wohl ganz unstatthaft ist. Der Splint kann wohl nicht als eine eigene Schicht betrachtet werden, etwa wie man die Bastschicht von der zelligen Hülle unterscheidet; denn der Splint ist ja nur das junge Holz, welches noch nicht die Festigkeit des Kernholzes erhalten hat. Die verschiedenen Schichten der Rinde unterscheiden sich jedoch nicht blos durch das Alter, sondern hauptsächlich durch ihre Structur. Die grüne Farbe der zelligen Hülle sollte durch die Lage gegen das Licht begründet sein, und das Mark sollte defshalb ungefärbt oder weifs sein, weil es von der Einwirkung des Lichtes ganz geschützt ist. Wir kennen gegenwärtig verschiedene Thatsachen, welche solcher Erklärungsart gänzlich im Wege stehen, auch haben wir im Vorhergehenden kennen gelernt, dafs die grüngefärbte zellige Hülle noch durch mehrere andere Zellenlagen bedeckt wird, als durch das Korkgewebe und durch die Epidermis, welche dem Lichte noch näher liegen und doch nicht mit grüngefärbten Kügelchen gefüllt sind. Herr De Candolle meint, dafs die zellige Hülle eine Art äufseres Mark sei, denn, sagt er, untersucht man dieselbe in ihrer Jugend, so bietet sie, wie das Mark, ein regelmäfsiges rundliches Zellengewebe dar, welches sich vom eigentlichen

Digitized by Google

Marke nur durch seine Lage und seine Farbe unterscheidet. Indessen von diesem regelmäfsigen rundlichen Zellengewebe kann man weder im Marke, noch in der grünen Rindenschicht etwas finden.

Hat man erst eine richtige Einsicht über die Zusammensetzung der Rinde in den vollkommensten Dicotyledonen erhalten, so wird es sehr leicht sein auch in allen übrigen Fällen, wo die Rinde weniger ausgebildet ist, den wahren Bau derselben zu erkennen; es würde aber die vorgesteckte Grenze dieses Buches überschreiten, wollte ich auch hierüber näher eingehen. Rinde ist bei allen vollkommenen Pflanzen, und die meisten unvollkommenen haben eine unvollkommenere Rinde.

Ueber die Bildung der neuen Holz- und Rindenschichten.

Nachdem wir nun die Zusammensetzung der einzelnen Theile des Stammes der Dicotyledonen kennen gelernt haben, gehen wir zur Betrachtung der Art und Weise über, wie sich die neue Holzschicht, welche in Form eines Ringes an der äufseren Fläche des Holzkörpers auftritt, allmälig bildet. Ueber diesen Gegenstand haben, seit dem Anfange der Pflanzenanatomie, die verschiedensten Meinungen geherrscht, und leider sind noch heutigen Tages die verschiedenen Autoren keinesweges einer und derselben Meinung, obgleich sich die Sache, wie wir es sogleich zeigen werden, wenigstens der Hauptsache nach sehr einfach verhält.

Die verschiedenen Meinungen, welche über die Bildung des neuen Holzringes herrschen, findet man in Hrn. Treviranus neuestem Werke *) sehr umständlich aufgeführt, daher wollen wir das Historische über diesen Gegenstand soviel wie möglich übergehen. Man glaubte im Allgemeinen, dafs es der innere Theil der Rinde, also der

*) Physiologie der Gewächse, I. p. 222 etc.

Digitized by Google

Bast wäre, welcher sich alljährlich in den neuen Holzring umwandele, eine Meinung, welche jedoch nicht nur durch viele Experimente als unrichtig erwiesen ist, sondern auch durch einfache Vergleichung des anatomischen Baues der innersten Rindenschicht mit dem Baue der jüngsten Holzschicht sogleich in die Augen fällt. Auf diese Verschiedenheit in dem Baue jener beiden Theile hat vorzüglich Herr Kieser aufmerksam gemacht, und schon aus dieser Verschiedenheit erkennt man ganz deutlich, dafs sich der innerste Theil der Rinde nicht in junges Holz umwandeln kann.

Nach einer anderen Meinung bildet sich alljährlich zwischen der Oberfläche des Holzkörpers und der inneren Fläche der Rinde eine neue Schicht, und diese Schicht würde später zu Holz. Grew, der diese Meinung aussprach, erkannte in dieser Schicht einen Ring von Lymphgefäfsen, worunter er die Bast- oder Faser-Zellen verstand. Duhamel nannte diese neue Schicht, woraus später der Holzring entsteht, das Cambium, ein Ausdruck, welchen schon Grew für einen sehr concentrirten Bildungssaft gebraucht hatte. Diejenige Substanz, welche Duhamel unter Cambium verstand, ist jedoch nicht ein blofser Saft, sondern es ist das zarte, noch nicht erhärtete Gewebe der neuen Holzlage, worüber zuerst Herr Mirbel *) ausführliche Untersuchungen bekannt gemacht hat, indem er zugleich diese Substanz mit dem Namen der Bildungsschicht (couche regeneratrice) belegte.

Da die Bildungsschicht, aus welcher sich der neue Holzring darstellt, genau zwischen Holz und Rinde gelagert ist, so schrieb man die erzeugende Ursache dieser Schicht bald dem Holze, bald der Rinde, bald dem Holze und der Rinde zu, und für jede dieser drei, so verschiedenen Ansichten sind eine Menge von Beobachtungen aufgeführt worden, welche wir hier im Kurzen vortragen müssen. Zuerst ist jedoch nachzuweisen, dafs jede Bil-

*) Mém. du Mus. XIV.

Digitized by Google

dung einer neuen Holzschicht von Oben nach Unten vor sich geht, dafs also das neue Holz nicht etwa von dem Wurzelenden des Stammes allmälig immer höher und höher hinauf, nach den Aesten steige, sondern dafs es von den oberen Theilen des Baumes anfange und allmälig nach Unten hinabsteige. Um dieses zu erweisen, sind sehr einfache Versuche hinreichend. Zur Zeit des Frühlinges, wenn die Knospen eines Baumes aufbrechen, mache man an dem Stamme oder dem Aste eines Baumes eine Entrindung und zwar durch zwei Kreisschnitte, welche man durch die Rinde des ganzen Umfanges des Stammes führt, und dann das ringförmige Stück der Rinde, welches zwischen beiden Schnitten liegt, entfernt. Die entblöfste Fläche des Holzkörpers trockene man vorsichtig ab, so dafs nichts von den Theilen der innersten Rinde daran sitzen bleibt, und nun lasse man dieselbe, entweder frei der Luft ausgesetzt, oder man bedecke sie und warte das Ende des Sommers ab. Schneidet man alsdann den Pflanzentheil, woran jenes Experiment gemacht wurde, ab und untersucht denselben, so findet man, dafs der obere Schnittrand bedeutend stark angeschwollen ist, während der untere Schnittrand nur eine sehr kleine Anschwellung zeigt. Spaltet man aber einen solchen Holzkörper, so wird man beobachten können, dafs die neue Holzschicht nur an dem oberen Ende desselben, und zwar nur bis zum oberen Schnittrande ausgebildet ist; an dem Theile des Holzkörpers, unterhalb des unteren Schnittrandes, findet sich zwischen der Rinde und dem Holze keine neue Bildung und ebenso wenig ist die Oberfläche des entrindeten Holzkörpers mit einer neuen Bildung bedeckt. Wäre es der Holzkörper, welcher den Stoff zur Bildung des neuen Holzringes hergiebt, so könnte, wenigstens eine theilweise Bildung der Art auch am entrindeten Holzkörper stattfinden, besonders dann, wenn man denselben mit feuchter Erde umlegt und gehörig verbindet. In dieser Art habe ich den Versuch mehrmals gemacht, aber niemals hat sich eine Spur von neuer Bildung auf der Ober-

Digitized by Google

fläche des entrindeten Holzes gezeigt, wenn dieselbe vorher gehörig gereinigt worden war.

Herr Schultz *) hat einige interessante Versuche angestellt, um zu zeigen, von welchem Einflusse es ist, wenn man die Oberfläche des entrindeten Holzkörpers von allen Anhängseln reinigt, oder wenn man dieses nicht thut. Kurz nach dem Ausbruche der Blätter entrindete Herr Schultz mehrere Eichen, Buchen und Elsen stellenweise, und reinigte die entblöfste Holzfläche mit einem Schwamme so vollkommen wie möglich; bei anderen, nebenbei stehenden Bäumen geschah dieses aber nicht. Im folgenden Herbste zeigte es sich, wie die Oberfläche der gereinigten Holzkörper keine Spur einer neuen Bildung aufzuweisen hatte. Es ist indessen eine, fast täglich zu beobachtende Erscheinung, dafs die Oberfläche des Holzkörpers von zufällig entrindeten Buchen oder Eichenstämmen mit mehr oder weniger grofsen warzenförmigen Körpern bedeckt ist, welche nichts Anderes als neue aber unvollkommene Ausbildungen von Holz sind, und diese haben ihren Anfang in den Vertiefungen genommen, worin die Markstrahlen der Rinde zu sitzen pflegen. Diese Vertiefungen blieben bei der Entrindung mit einem Theile des Stoffes gefüllt, aus welchem der neue Holzring gebildet werden sollte. Entfernt man diese Bildungsschicht gleich nach der Entrindung, so erfolgt keine neue Bildung. Dadurch werden wir in den Stand gesetzt, einige sehr bekannte Versuche zu würdigen, welche Duhamel **) angestellt hat, und von Knight ***) an verschiedenen Bäumen wiederholt worden sind. Duhamel entrindete nämlich verschiedene, kräftig wachsende Bäumchen mehr oder weniger stark, und beobachtete alsdann, dafs sich die Rinde dieser Bäumchen reproducirte, wenn man sie gegen den Einfluss des Lichtes und den freien Zutritt der Luft auf die entrin-

*) Die Natur der lebendigen Pflanze, I. pag. 640. 1823.
**) l. c. II. p 47.
***) S. Treviranus Beiträge etc. p. 223.

Digitized by Google

dete Stelle verwahrte. Eine Gallerte sei hier aus der Oberfläche des entblöfsten Holzkörpers hervorgetreten und aus dieser habe sich die neue Rinde gebildet, unter welcher dann auch sehr bald eine neue Splintlage zum Vorschein kam. Ich glaube nicht, dafs man den angegebenen Resultaten dieser Versuche unbedingten Glauben schenken darf, indem sehr viele, sehr bestimmte Versuche ganz gegen eine solche Erzeugung der Rinde und des Holzes durch die entrindete Oberfläche sprechen; vor Allem müfste man die neu entstandene Masse ganz genau anatomisch untersuchen.

Eine Menge von Versuchen, welche über die Wiedererzeugung der Rinde von Seiten des Holzkörpers angestellt sind, findet man in dem interessanten Werke von Herrn Hundeshagen *) aufgeführt. Nach den Beobachtungen von Werneck, welche an Obstbäumen und an Eichen angestellt sind, soll die Wiedererzeugung der Rinde nur dann gelingen, wenn 1) das Abschälen um Johannis geschieht; 2) wenn die Stämme noch jung sind und 3) die verwundete Stelle sehr sorgfältig durch einen hohl und nicht zu dicht anliegenden Verband gegen Austrocknung etc. geschützt wird. Hiernach wäre denn auch die Ursache der Wiedererzeugung der Rinde leicht einzusehen.

Wir haben also durch den vorhin angeführten Versuch zu beweisen gesucht, dafs die Masse, welche den Stoff zur Bildung des neuen Holzringes giebt, von Oben herabkommt, und dafs es die Rinde ist, welche diesen Stoff von Oben herab führt, das läfst sich ebenfalls sehr leicht erweisen. Trennt man nämlich die Rinde eines Baumes von dem darunter liegenden Holzkörper von Unten nach Oben, so dafs das obere Ende des Rindenstückes mit dem oberen Theile des Baumes im Zusammenhange bleibt, und läfst man alsdann die verwundete Stelle den Sommer hindurch wachsen, so wird man finden, dafs sich

*) Die Anatomie, der Chemismus und die Physiologie der Pflanzen. Tübingen 1829. pag. 293.

Digitized by Google

auf der inneren Fläche der freihängenden Rinde die neue Holzschicht bildet. Untersucht man diese neue Holzschicht in anatomischer Hinsicht, so wird man finden, dafs dieselbe ganz vollkommenes Holz darstellt; ja die Markstrahlen sind eben so schön und so regelmäfsig verlaufend, als wenn die Rinde auf dem Holzkörper festgesessen hätte. Man hat früher schon eine grofse Menge von Experimenten angestellt, wodurch erwiesen wurde, dafs die Rinde den gröfsten Antheil bei der Bildung des neuen Holzringes habe. Duhamel steckte nämlich Metallplatten zwischen Holz und Rinde, wodurch eine unmittelbare Verbindung zwischen dem Holzkörper und der Rinde aufgehoben wurde, und dennoch beobachtete man, dafs sich die neuen Jahresringe zwischen der Metallplatte und der inneren Fläche der Rinde angelegt hatten. Aehnliche Versuche sind noch von Anderen angestellt worden und sie haben immer dieselben Resultate geliefert, wenn man die Versuche richtig ausführte. Somit kommen wir zu dem Schlusse, dafs die Rinde es ist, welche den Stoff herabführt, aus dem die neue Holzmasse gerinnt, und dieser Stoff ist nichts Anderes, als ein rückströmender, in den Knospen und Blättern höher organisirter Nahrungssaft. Dafs dieser Saft nicht etwa von der Oberfläche des Holzkörpers ausgeschwitzt, etwa durch die Markstrahlen dahin geführt werde, das ist durch viele Versuche auf das Bestimmteste erwiesen, und dafs jener rückströmende Saft von der Knospe oder den Blättern ausgeht, das kann man ebenfalls mit ziemlicher Gewifsheit erweisen. Entrindet man den Ast eines Baumes und bricht man zugleich alle jungen Blätter ab, welche an den Spitzen dieses Astes sitzen, so bildet sich keine neue Holzschicht, ja der Ast stirbt ab. Das Herabsteigen dieses verarbeiteten Saftes beginnt mit dem Ausbruche der Blätter, zu welcher Zeit auch das Ausfliefsen des aufsteigenden Saftes aufhört, wenn man den Holzkörper eines Baumes anbohrt. Dadurch wird es wahrscheinlich, dafs die grofse Menge von Saft, welche bis zum Ausbruche der Knospen in die Spitzen der Bäume

Digitized by Google

hineinsteigt, in den Blättern verarbeitet wird und dann durch die innerste Schicht der Rinde zur Bildung des neuen Holzringes zurückkehrt. Auch durch den schon vorhandenen Holzkörper dringt ein Theil des zurückströmenden verarbeiteten Bildungssaftes, und macht das Holz fester u. s. w., ob aber dieser, durch den Holzkörper zurückgehende Saftstrom von Oben nach Unten steigt, oder ob er seitlich von der Rinde aus eindringt, das scheint mir durch Versuche noch nicht ganz erwiesen zu sein. Ich mufs bei dieser Gelegenheit auf die Operation aufmerksam machen, welche die Gärtner unter dem Namen des Ringelns der Bäume verstehen. Diese Operation besteht in dem einfachen Durchschneiden sämmtlicher Theile der Rinde, so dafs durch den Schnitt eine Unterbrechung zwischen dem oberen und dem unteren Stücke der Rinde bewirkt wird. Vollführt man einen solchen Ringelschnitt an der Basis eines Astes, so beobachtet man, dafs ein solcher Ast eine verhältnifsmäfsig gröfsere Menge von Blüthen und Früchten trägt, als derselbe ohne die Ringelung gezeigt haben würde. Ja man hat auch beobachtet, dafs manche Bäume in Folge des Ringelschnittes ihre Früchte zur Reife gebracht haben, während sie dieselben ohne Ringelschnitt alljährlich vor der Reife abwarfen. Alles dieses erweist, dafs der in der Rinde zurückströmende Saft eine höhere Ausbildung besitzt, und wenn derselbe durch den Ringel- oder Zauberschnitt in seinem Herabströmen aufgehalten wird, so wird die stagnirende Masse dieses Saftes zur vollkommeneren Ausbildung aller der Theile oberhalb des Ringelschnittes verwendet. Die Versuche von Knight*) und die von Pollini haben auch ergeben, dafs der Holzkörper eines Baumes oberhalb eines Ringelschnittes eine gröfsere specifische Schwere erhält, als dem Holze dieses Baumes unterhalb des Schnittes zukommt. Das Holz einer Eiche zeigte z. B. eine specifische Schwere von 112 (das Wasser nämlich zu 100

*) Philos. Transact. f. 1806.

Digitized by Google

gerechnet), und nach dem Ringeln des Baumes zeigte das Holz oberhalb der Ringelschnitte eine specifische Schwere von 114, während das Holz unterhalb des Ringelschnittes nur eine Schwere von 111 zeigte. Ich habe alle diese Fälle angeführt, um zu erweisen, dafs ein rückströmender Saft in den vollkommenen Pflanzen vorhanden ist, und dafs derjenige Theil dieses Saftes, welcher durch die innere Rinde herabsteigt, gerade den Stoff zur Bildung des neuen Holzringes hergiebt. Dieser rückströmende Saft ergiefst sich über die ganze Oberfläche des Holzkörpers, und daher eine gleichmäfsige, zusammenhängende Ablagerung des neuen Holzringes, in welchem niemals ein Getrenntsein der Holzbündel zu beobachten ist, wie es in dem ersten Jahresringe bei seiner Entstehung allerdings der Fall ist.

Dieser Saft, welcher den Stoff zur Bildung des neuen Jahresringes hergiebt, ist vermögend, sich bei seinem Laufe von Oben nach Unten auch seitwärts durch die angrenzende Zellenmasse durchzuziehen, und dieses erfolgt jedesmal, wenn man an irgend einer Stelle der Rinde die direkte Communication zwischen dem oberen und unteren Stücke unterbricht. Ist die Unterbrechung nicht zu grofs, so erhält der untere Rand dennoch seinen Zustrom von jenem Safte durch eine seitliche Fortbewegung. Sehr leicht kann man dieses beobachten, wenn man einen Ring der Rinde nur zur Hälfte ablöst, so dafs die andere Hälfte des Umfanges vom Holzkörper mit seiner Rinde im natürlichen Zusammenhange bleibt; dann geschieht das Herabströmen des Saftes wie gewöhnlich, und indem sich der Saft alsdann auch seitlich verbreitet, so wird auch unterhalb des Ringelschnittes die ganze Oberfläche des Stammes mit einer neuen Holzschicht belegt. Auf eine noch auffallendere Weise ist das Herabsteigen des Bildungssaftes in der Rinde der Bäume durch folgendes Experiment zu erweisen, welches ebenfalls schon durch Duhamel und Cotta ausgeführt worden ist; wenn man nämlich von irgend einem Aste einen Streifen Rinde in Form einer Spirallinie abschneidet, und zwar so lang, dafs ebenfalls

Digitized by Google

sämmtliche Theile der Rinde ganz durchschnitten werden, so dafs dadurch eine direkte Communication zwischen dem Stücke oberhalb des Schnittes und dem Rindenstücke unterhalb desselben aufgehoben ist, so wird man auch in diesem Falle beobachten, dafs der obere Schnittrand mehr oder weniger stark anschwillt, während der entsprechende untere Rand fast gar nicht anschwillt, und schneidet man am Ende des Sommers einen solchen Ast der Länge nach durch, so wird man sehen, dafs sich der neue Holzring auch unterhalb des spiralförmigen Ringelschnittes gebildet hat. Der herabsteigende Saft bewegte sich also seitwärts und durchlief auf diese Weise den zurückgebliebenen spiralförmigen Streifen der Rinde, wobei er aber immer hauptsächlich herabstieg, und sich defshalb oberhalb des oberen Schnittrandes ansammelte; daher entstand hier der gröfsere Wulst, welcher durch eine dicke Masse von neuer Holzsubstanz hervorgerufen wurde.

Wenn man die neue Holzmasse anatomisch untersucht, welche sich unter dem spiralförmig verlaufenden Rindenstücke erzeugt hat, so wird man finden, dafs der Lauf der Elementarorgane, woraus das Holz zusammengesetzt ist, ebenfalls dieselbe Richtung beobachtet, so dafs also nur eine gewisse Masse von den Bestandtheilen des Holzes hinablief und sich seitlich legte, folgend dem spiralförmigen Laufe des Rindenstückes; da aber diese Masse an dem oberen Rande der durchschnittenen Rinde viel stärker auftritt, ohne dabei gröfsere Elementarorgane zu besitzen, so möchte sich eine gröfsere Zahl derselben aus dem stagnirenden zurückströmenden Safte erzeugt haben.

Vom besonderen Interesse ist die Untersuchung der Art und Weise, wie sich die neue Holzschicht eines kräftigen Astes über die abgestorbene Holzmasse eines danebenstehenden Astes ergiefst. Ich schnitt im Vorsommer 1835 den Hauptast eines Haselnufs-Strauches bis auf drei Zoll weit von dem Abgange eines starken Seitenastes ab und beobachtete alsbald, dafs das übriggebliebene Ende des abgeschnittenen Astes, welches weder Blätter noch

Digitized by Google

Knospen hatte, gänzlich abstarb, doch bald nachher nahm der untere Theil desselben bis einige Linien hoch über dem Abgange des Seitenastes an Dicke zu und zwar so bedeutend, dafs ein vollkommenes Abreifsen der Rinde des abgestorbenen Theiles von der Rinde des unteren Theiles, welcher von dem Seitenaste mit einem neueren Holzringe bekleidet wurde eintrat; doch diese Lostrennung des Lebenden von dem Todten geschah so regelmäfsig rund um den Ast, als wenn dieselbe durch einen Zirkelschnitt künstlich bewirkt worden wäre. Im darauffolgenden Jahre vergröfserte sich die Holzmasse abermals und nun steckte der abgestorbene Ast mitten im frischen Holzkörper. Auf dem Längenschnitte kann man genau beobachten, wie der abgestorbene Holzkörper von dem zurückgebliebenen Ende des abgeschnittenen Astes von dem Seitenaste her, mit dem neuen Holzringe überzogen worden ist, und zwar ist auch die Rinde von jenem Aste eben so weit erhalten, als sich die neue Holzmasse hineingelagert hat. Wenn man aber diesen neuen Holzring an seinem oberen Ende genau untersucht, so findet man, dafs alle die Röhren und langen Zellen, welche dieses Holz bilden, nicht von Oben nach Unten herabsteigen, sondern seitlich fast ganz horizontal laufen, weil sich die Masse zu dieser Bildung um den abgestorbenen Holzkörper, von dem Seitenaste her bewegte und dann erst wieder herabstieg. Dieser obere Theil des neuen Holzringes zeigt die gröfste Unregelmäfsigkeit in dem Verlaufe der einzelnen Fasern und der Markstrahlen, aber selbst bei dieser Unregelmäfsigkeit gewährt der Anblick feiner Schnitte aus diesem Holze sehr hohes Interesse.

Nach den verschiedenen Thatsachen, welche wir bisher über die Entstehung der neuen Holzschicht aufgeführt haben, wird es leicht sein eine Theorie über diesen Gegenstand zu beurtheilen, welche Du Petit-Thouars*) auf-

*) Essais sur la végétation etc. A. Paris 1809. — Sec. Ess. Sur l'Accroissement en diamètre du Tronc des arbres Dicotyledones etc. pag. 11—31.

Digitized by Google

gestellt hat; eine Theorie, welche eine sehr allgemeine Berühmtheit erlangt hat, indem sie die Entstehung des Holzringes auf eine bildliche Weise darstellt, aber ohne irgend etwas mehr zu erklären, als schon früher bekannt war. Du Petit-Thouars stellte nämlich die Ansicht auf, dafs die ganze Bildung des neuen Holzringes durch die Knospen veranlafst werde; seiner Meinung nach ist eine Knospe auf dem Baume, von den Saamen der Pflanze wesentlich nicht verschieden, und bei der Entwickelung treibe dieselbe eine Menge von Wurzeln, welche zwischen Holz und Rinde mit aufserordentlicher Schnelligkeit hinabsteigen, sich mit den Würzelchen der übrigen Knospen verbinden und so die zusammenhängende Holzlage bilden. Diese Würzelchen der Knospen sollen nichts Anderes, als die Fibern sein, woraus das Holz später besteht, der Stoff aber, welcher zur Bildung dieser Fibern nöthig ist, soll von dem Bildungssafte der Rinde entnommen werden.

Die angeführte Theorie über die Entstehung des neuen Holzringes ist in der That sehr geistreich und, obgleich sehr Vieles für die Richtigkeit derselben zu sprechen scheint, so ist sie doch nichts Weiteres, als ein schönes Bild mit manchen Mängeln. Es ist in der That ganz richtig, dafs die gesammte Bildung des neuen Holzringes von den Knospen ausgeht, und man kann es leicht verfolgen, wie von der Basis der Knospe aus die neue Holzlage über den Holzkörper des alten Astes abgelagert wird.*) Ja bei der jungen Knospe sieht man sehr deutlich, wie die metamorphosirten Spiralröhren einzeln, oder in kleinen Bündeln in der weichen Masse zwischen Holz und Rinde hineinreichen. Diese Bildungsschicht zeigt die zarten Wände der Faser-Zellen, der Markstrahlen-Zellen und der Spiralröhren, welche zusammen, nach ihrer Verholzung, den Holzring bilden. Wenn man nun auch zugiebt, dafs die Faserzellen und die Spiralröhren, welche sich von der Basis der Knospen aus entwickeln, mit den Wurzeln der

*) S. Link's Elem. phil. bot. Ed. alt. I. p. 260 etc.

Digitized by Google

Pflanzen zu vergleichen und als die Wurzeln der Knospen anzusehen wären, obgleich für eine solche Vergleichung nichts weiter spricht, als dafs die angeblichen Knospenwurzeln ebenso von Oben nach Unten wachsen, wie die wirklichen Wurzeln der Pflanzen, und es ganz wahrscheinlich ist, dafs jene Knospenwurzeln bis zu den Spitzen der Wurzeln laufen, dieselben vergröfsern und in der folgenden Zeit, wenn sie vollkommen ausgebildet sind, ebenfalls den Nahrungssaft in die Höhe führen. Wenn nun gleich ein solcher Vergleich statthaft wäre, so wird doch die Entstehung der Markstrahlen durch die Theorie nicht erklärt, und man mufs zur Bildung derselben entweder die Rinde oder den Holzkörper mit in Thätigkeit ziehen; für die eine, wie für die andere dieser Meinungen sind Thatsachen vorhanden, welche wir gleich nachher erörtern wollen, um auch über diesen Punkt ganz bestimmt in das Reine zu kommen.

Allerdings ist die Bildung der neuen Holzschicht hauptsächlich eine vertikale, d. h. eine Bildung, welche von Oben nach Unten herabsteigt, und mit Unrecht glaubt Herr De Candolle *) als erwiesen anzusehen, dafs die Bildung des neuen Holzringes in horizontaler Richtung vor sich gehe, denn man sieht ganz deutlich den spiralförmigen Lauf der Elementarorgane des neuen Holzringes, wenn man die Rinde eines Stammes in Form eines spiralförmigen Bandes stehen läfst. Die Markstrahlen allein sind es, welche in horizontaler Richtung und zwar von der Rinde ausgebildet werden, die übrigen Theile des Holzes aber, welche gerade die gröfste Masse ausmachen, steigen von Oben nach Unten herab. Es ist bekannt, dafs die Bildung des neuen Holzringes nicht erfolgt, wenn man die Knospen bei ihrer Entwickelung abbricht; hieraus ist allerdings noch nicht zu schliefsen, dafs die neuen Holzmassen von der Basis der Knospen herablaufen, wenn man aber ein Pfropfreis von einem Baume mit weifsem oder mit

*) Organogr. végét. I. p. 207.

Digitized by Google

gelbem Holze auf den Ast eines anderen Baumes mit rothem Holze setzt, so wird man beobachten, dafs in Folge des Wachsthumes eine neue Holzschicht entsteht, welche, so weit die Rinde des Pfropfreises geht, auch die Farbe des Holzes des Pfropfreises zeigt, unterhalb desselben aber die Farbe des Holzes vom Wildlinge zeigt. Aus dieser Erscheinung hat man viele und sehr verschiedene Schlüsse gezogen: einmal glaubt man darin den Beweis zu finden, dafs Holz und Rinde bei der Bildung des neuen Holzringes zusammenwirken und zwar in horizontaler Richtung. Es ist aber durch Versuche nachgewiesen, dafs die Bildung des Holzes nur von der Rinde aus (S. p. 394) erfolgt, und dafs der Stoff, welcher dazu verbraucht wird, von Oben herabkommt, daher die angeführten Schlüsse, als beseitigt angesehen werden müssen. Die gröfsten Schwierigkeiten zeigen jedoch die Erscheinungen, bei der Bildung des neuen Holzringes durch aufgesetzte Pfropfreiser, für die Theorie von Du Petit-Thouars, denn wären die Fibern, woraus sich das junge Holz bildet, die Wurzeln der Knospen, so müfsten sie, wie man es doch ganz natürlich erwarten kann, von der Knospe des Pfropfreises bis zur Wurzel des gepfropften Baumes eine und dieselbe Natur haben; und dennoch, wie die Beobachtung es lehrt, nehmen sie die Farbe des Holzes von dem gepfropften Baume an, sobald sie die Rinde des Pfropfreises verlassen. Dieser Punkt war immer der Prüfstein für Du Petit-Thouars Hypothese und er läfst sich offenbar auch nur sehr gezwungen erklären. Die Holzfibern, welche von der Knospe herabsteigen, sollen nämlich ihre Beschaffenheit beibehalten, so lange sie von dem Safte des Pfropfreises ernährt werden: sie werden aber verändert, sobald sie ihre Nahrung von der Rinde oder dem Splinte des gepfropften Baumes erhalten. Die Entstehung der Holzfibern soll also von der Knospe ausgehen, während die Ernährung von Holz und Rinde stattfinden soll! Ich glaube, dafs alle diese Schwierigkeiten gehoben werden, wenn man annimmt, dafs der Saft, woraus die neuen Bildungen hervorgehen, von den

Digitized by Google

Knospen aus herabsteigt, und zwar in den innersten Schichten derRinde; von hier aus wird derselbe seitlich zwischen Rinde und Holz abgelagert und gerinnt daselbst zu Holzmasse. Diese Bildung, d. h. das Aneinanderlagern der angehäuften Bildungsmaterie zu festen Theilen, geschieht hier von Oben aus und setzt sich allmälig zwischen Rinde und Holz bis in die Tiefe der Wurzeln fort, aber überall entstehen, an den entsprechenden Theilen, die Zellen der Markstrahlen von der Rinde aus, wie es das einfache Experiment erweist, welches auf pag. 394 angeführt wurde. Eine solche herabsteigende Bildung geht ebenso natürlich vor sich, wie eine Hinaufsteigende: die bildende Thätigkeit nimmt jene Richtung und aus dem abgelagerten, concentrirten Bildungssafte erzeugt sie die Elementarorgane, welche später den geschlossenen Holzring bilden, und es ist nur eine bildliche Vorstellung, wenn man jene herabsteigenden Elementarorgane mit den Wurzeln der Pflanzen vergleicht. Auch laufen diese Elementarorgane, sowohl die Spiralröhren, wie die Faserzellen nicht ununterbrochen von der Knospe herab, sondern die Spiralröhren sind gegliedert und an den Enden der Faserzellen entstehen wieder die Anfänge der anderen Faserzellen. Dieses wäre doch sicherlich nicht durch die ersten herabsteigenden Elementarorgane der Art, welche von den Knospen ausgehen, zu erklären. Herr Link *) hat neuerlichst diese treffliche Einwendung gegen die Hypothese Du Petit-Thouars gemacht, und ich wüfste nicht wie man diese, in Verbindung mit der vorhergehenden bekämpfen will. Die Entstehung der Holzfasern geschieht übrigens nicht mit Blitzesschnelle, sondern sie geschieht allmälig, und ist in der That zu verfolgen.

In Folge dieser Art des Wachsthumes der neueren Holzschicht wird es erklärlich, wie so häufig der ganze Stamm der Bäume erfriert und dieselben dennoch weiter fortwachsen, wenn nur eine gehörige Anzahl von

*) Elem. phil. bot. Ed. alt. I. p. 263.

Digitized by Google

Knospen auf den Aesten dieser Bäume lebendig bleiben. Von diesen neuen Aesten, welche sich aus den Knospen entwickeln, steigt das junge Holz am erfrorenen Holzkörper herab und schliefst denselben ein, ja ein grofser Theil desselben scheint durch die seitliche Bewegung des herabsteigenden verarbeiteten Saftes wieder von Neuem belebt zu werden, und so wächst der erfrorene Baum weiter fort.

Die Vergröfserung des Holzkörpers geschieht gleichmäfsig mit derjenigen der Rinde, und da liegt es denn sehr nahe, eine und dieselbe Ursache aufzusuchen, welche beiden Erscheinungen zum Grunde liegt; die Hypothese Du Petit-Thouars erklärt nur theilweise die Entstehung des neuen Holzringes; für die Entstehung der neuen Rindenschichten müfste noch eine andere Erklärung gegeben werden, daraus folgt die Unvollkommenheit jener Hypothese. Aber auch die Betrachtung der Zahl und der Stellung der Spiralröhren in dem Holzringe zeigt ziemlich deutlich, dafs diese in keinem Verhältnisse zur Zahl oder zur Stellung der Knospen stehen können.

In den letzteren Jahren sind von verschiedenen Botanikern gleichsam Modificationen der Theorie von Du Petit-Thouars in Vorschlag gebracht, und gerade durch diese wird man gegenwärtig die Erscheinungen, welche bei der Bildung des neuen Holzringes stattfinden, wenigstens höchst wahrscheinlich richtig aufgefafst haben, und dieselben richtig deuten. Herr Lindley*) und, schon lange vorher, Herr Dutrochet, haben geglaubt, die Erscheinung begreiflicher darzustellen, wenn man in dem Holzringe zwei verschiedene Systeme von Elementarorganen unterscheidet, nämlich das System der Zellen und das der Fasern und Gefäfse, wie man zu sagen pflegt. Die zellige Masse des Holzringes, nämlich der Markstrahlen würde von den älteren Schichten des Holzes und der Rinde gebildet, die Fasern und Gefäfse dagegen stiegen von Oben herab.

*) Rep. of the Brit. Assoc. f. 1833 p. 38.

Digitized by Google

Herr Lindley glaubt, dafs die Farbe des Holzes hauptsächlich von der Farbe der Markstrahlen abhänge, und daher könne das Holz des neuen Jahresringes die Farbe des gepfropften Baumes zeigen, während die herabsteigenden Fasern die Natur des Pfropfreises behalten könnten. Indessen die anatomische Untersuchung zeigt, dafs im gefärbten Holze auch die Fasern u. s. w. eine ähnliche Farbe zeigen, und dafs die Farbe desselben nicht den Markstrahlen allein zuzuschreiben ist. Herr Dutrochet*) dagegen glaubte, dafs sich im Frühlinge zwischen Holz und Rinde zwei zellige Schichten bildeten, wovon die eine dem Holzkörper, die andere der Rinde angehöre; diese zelligen Schichten stiefsen zusammen, und dann entwickelten sich zwei faserige Zonen oder Schichten, wovon die eine dem Holze, die andere der Rinde angehöre und den Bast darstelle. Die zelligen Schichten würden von den anliegenden älteren Schichten gebildet, die faserigen dagegen stiegen von Oben herab. Herr Dutrochet**) wurde neuerlichst in dieser Ansicht noch mehr bestätigt, indem er beobachtete, dafs bei einer ringförmigen Entrindung eines Astes nicht nur am oberen Schnittende eine Wulst entstehe, welche bekanntlich von dem neuen Holzringe gebildet wird, sondern dafs auch unterhalb des unteren Schnittes eine neue Bildung zwischen Holz und Rinde auftrete. Dieselbe Erscheinung war schon früher von Herrn Knight beobachtet, und ist ganz kürzlich auch durch Herrn Emmons***) bestätigt. Herr Dutrochet untersuchte jene neue Holzschicht, welche sich unterhalb der entrindeten Stelle erzeugt hatte, und fand, dafs dieselbe ganz aus parenchymatischem Zellengewebe, also aus demjenigen Gewebe bestehe, woraus die Markstrahlen gebildet werden. Diese neue Bildung zwi-

*) Sur l'accroissement et la reproduct. des végét. Mém. du Mus. 1823.

**) De la déviation déscendante et ascendante de l'accroissement des arbres en diamètre. Ann. du Mus. 1835. p. 75—88.

***) Circulation in Vegetables. — Silliman's American Journ. of Science and Arts. Vol. XXVI. 1834 p. 99—102.

Digitized by Google

schen Holz und Rinde unterhalb des entrindeten Astes ist nur selten zu beobachten, sie scheint nur bei sehr kräftigen Bäumchen vorzukommen und wenn man die Operation der Entrindung recht spät verrichtet; die Masse aber, welche sich hier zeigt, ist eine Bildung der Rinde, denn, wie pag. 394 nachgewiesen wurde, sie allein erzeugt die Markstrahlen, während die anderen Theile des Holzes von Oben herabkommen, und von den in den innersten Theilen der Rinde stagnirenden Säften gebildet werden.

Demnach kommen wir zu dem Schlusse, dafs die innere Rinde es ist, welche aus dem, in ihr herabsteigenden Bildungssafte, von den Knospen ausgehend, die neue Holzschicht bildet. Die Rinde kann von dem Holzkörper abgetrennt sein, ja der Holzkörper kann abgestorben sein, und die Rinde bildet neue Holzschichten, welche den abgestorbenen Stamm einschliefsen, und somit halten wir es als erwiesen, dafs der alte Ring des Holzkörpers keinen unmittelbaren Einfluſs auf die Bildung des neuen Holzringes hat.

Die allmälige Vergröfserung des Holzkörpers durch Anlagerung von neuen Schichten wurde also im Vorhergehenden erwiesen, und es bleibt uns jetzt noch die Betrachtung über das Wachsthum der Rinde. Dafs sich auch die Rinde mit zunehmendem Alter des Baumes vergröfsert, das ist ebenfalls eine bekannte Thatsache, und wenn man diese verdickte Rinde auf Querschnitten untersucht, so zeigt sie weit mehr Schichten, als ihr im jungen Zustande zukommen. Hieraus kann man schon folgern, dafs sich auch die Rinde durch Anlagerung neuer Schichten vergröfsert, und genauere Untersuchungen ergeben, dafs diese Anlagerungen neuer Rindenschichten gerade in entgegengesetzter Richtung, als bei dem Holzkörper erfolgt; hier nämlich lagern sich die neuen Holzschichten auf der äufseren Fläche des Holzkörpers ab, bei der Rinde dagegen geschieht die neue Ablagerung auf der inneren Fläche der entsprechenden Schicht. Die Bildung der neuen Rindenschichten ist indessen nicht so einfach, als die der neuen

Digitized by Google

Holzschichten; sie ist bei verschiedenen Gewächsen so sehr verschieden, dafs die genauesten und anhaltendsten Beobachtungen erforderlich sind, um diesen Vorgang näher aufzudecken und die Schwierigkeit liegt eben darin, dafs sich in der Rinde die verschiedenen Schichten, woraus dieselbe zusammengesetzt ist, nicht in gleichem Grade entwickeln, sondern hierin die gröfste Verschiedenheit zeigen, welche bei verschiedenen Gewächsen wiederum zu verschiedenen Zeiten, sehr verschieden ist.

Wenn man den Bast einiger Bäume genauer betrachtet, so wird man schon mit blofsem Auge beobachten können, dafs derselbe aus einer Menge von sehr feinen Schichten besteht, welche gleichsam wie die Blätter eines Buches übereinanderliegen und sich meistens mit Leichtigkeit von einander trennen lassen. Die Untersuchungen Malpighi's an einem Kastanienbaume ergaben schon mit ziemlicher Gewifsheit, dafs sich alljährlich nur zwei Bastschichten bilden*), doch fand auch er schon in einem 2jährigen Aste 6 verschiedene Bastschichten. Herr Mirbel **) beobachtete dagegen bei der Ulme und der Linde, dafs sich jährlich vier feine Bastschichten gebildet hatten, welche den Bastring darstellten. Herr Treviranus***) stimmt dagegen wieder den Resultaten Malpighi's bei, ja er führt eine Menge von Pflanzen an, worin er immer eben so viele Bastschichten gefunden hat, dafs immer zwei Schichten einem Jahresringe des Holzkörpers entsprachen. Allerdings kommt dieses häufig vor, und besonders in einjährigen Aesten findet man fast immer zwei Schichten, selbst im einjährigen Zweige der Linde und der Ulme finde ich immer nur zwei aber niemals 4 Schichten; ja ich habe sogar zweijährige Lindenzweige vor mir, welche ebenfalls nur zwei Bastschichten zeigen, doch sind die einzelnen Bündel, woraus dieselben bestehen, weit gröfser, als in

*) S. Anatome plant. Tab. VIII. f. 32—36.
**) Mém. d. Mus. Tom. XVI. Pl. I. f. 3 und 5. Pl. 11. f. 1—8
***) Phys. der Gewächse. I. p. 221.

Digitized by Google

einjährigen Aesten. Demnach scheint durchaus nicht immer ein genaues Verhältnifs zwischen den Schichten des Bastes zu denen des Holzkörpers statt zu finden, es hängt vielleicht die Zahl der Bastschichten von der Mengé der Knospen und Blätter ab, welche sich auf einem Aste befinden, und von dem Grade der Ueppigkeit, womit derselbe vegetirt.

Man hat schon in frühern Zeiten von dem Reproductions-Vermögen der Rinde so viel gesprochen, dafs auch wir dieses Gegenstandes gedenken müssen. Die Reproduction der Rinde beruhet auf blofser Erzeugung von parenchymatischem Gewebe, welches sowohl von der grünen Rindenschicht, als von der Korkschicht ausgehen kann; der wirkliche Bast wird aber nicht wieder erzeugt, er wird vielmehr, wenn die Lokalität es gestattet, von Neuem erzeugt und so verhält es sich auch eigentlich mit der Reproduction der parenchymatischen Masse der Rinde. Die Substanz, welche zu diesen Bildungen der Rinde verbraucht wird, kommt, wie ich glaube, ebenfalls von Oben herab; es bilden sich aus derselben neue Zellenmassen und diese füllen die wunden Stellen der Rinde aus, ganz auf dieselbe Weise, wie die neue Holzmasse die Gruben von Namenszügen ausfüllt, und wie sie sich in gewissen Fällen (S. p. 399) seitlich fortbewegt und fremde Körper umschliefst oder grofse Wunden vernarbt. Bei dem Holzkörper kann man es mit Leichtigkeit nachweisen, dafs dieses keine Reproduction zu nennen ist, und so verhält es sich auch mit der Rinde. Dafs sich die Epidermis nicht wieder erzeugt, das ist in allen Fällen durch Versuche leicht zu erweisen.

Die auffallendsten Veränderungen erleidet die Rinde durch starke Entwickelung der äufseren Schichten, ja zuweilen, wie z. B. bei der Birke, der Korkeiche, der Melaleucen, den Aristolochien u. s. w., wird sie so bedeutend, dafs die Rinde ein ganz fremdartiges Ansehen erhält. Diese Veränderungen der Rinde entstehen entweder durch blofse vorherrschende Entwickelung neuer Schichten auf der inneren Fläche der Korkschicht, oder es entwickelt

Digitized by Google

sich die grüne Rindenschicht, oder auch die Bastschicht. Gewöhnlich pflegt sich irgend eine der Rindenschichten vorzugsweise zu verdicken, während die anderen Schichten, wenigstens doch in einer gewissen Zeitperiode, ebenfalls etwas daran Theil nehmen.

Durch die Ausdehnung des Holzkörpers wird das Aufspringen der Rinde bewirkt, indessen dieses findet gewöhnlich nur in solchen Fällen statt, wo sich die äufseren Rindenschichten zu einer aufserordentlichen Dicke entwickeln. Die Bildung von Schuppen auf der äufseren Fläche der Rinde, wodurch dieselbe abschuppt, geschieht nicht durch blofses Absterben des Zellengewebes dieser Theile, sondern, wie es auch neuerlichst Herr Mohl *) durch specielle Beobachtungen nachgewiesen hat, durch Entwickelung neuer Zellenschichten, welche diese Schuppen darstellen, die nach einer gewissen Reihenfolge zum Abfallen kommen, oder es werden durch das Zwischentreten jener neuen Zellenlagen ganze Stücken von der alten Rinde abgetrennt. Für diesen Fall meint Herr Mohl *) könne man annehmen, dafs die Borke gleichsam aus vielen übereinander liegenden Schuppen bestehe, wie z. B. bei Quercus Robur, bei Tilia u. s. w. Doch ähnliche Bildungen finden sich auch im Korke, nur dafs dieser nicht in Form von Schuppen abblättert.

Diese Bildungen und Veränderungen der Rinde verhalten sich bei verschiedenen Pflanzen so sehr verschieden, dafs man hierüber nur schwer allgemeine Regeln aufstellen kann, während die specielle Untersuchung des Gegenstandes denselben sehr bald nachweist. Als Muster solcher speciellen Untersuchungen über das Wachsthum der Rinde sind diejenigen Fälle anzuführen, worüber Herr

---

*) Untersuchungen über die Entwickelung des Korkes und der Borke auf der Rinde der baumartigen Dicotyledonen. Tübingen 1836. p. 24.

*) l. c. p. 25.

Digitized by Google

Mohl in der angeführten Schrift seine Beobachtungen bekannt gemacht hat, worauf ich hier verweise.

Ueber die Bildung der Birkenrinde habe auch ich vielfache Beobachtungen angestellt, und Herr Link hat in seinem neuesten Werke seine Untersuchungen hierüber mit Abbildungen begleitet, bekannt gemacht.

So höchst eigenthümlich die Rinde der Birke auch erscheint, so findet man einen analogen Bau noch bei sehr vielen anderen Bäumen, ja man wird in der Rinde aller Bäume einen ähnlichen Bau und ähnliche Entwickelung dieser oder jener Schicht der Rinde nachweisen können.

Die Epidermis, welche den Stamm der jungen Dicotyledonen überzieht, bleibt gewöhnlich nur eine kurze Zeit im unverletzten Zustande, doch auch hierüber ist keine Regel aufzustellen; bald reifst sie schon nach einigen Monaten, bald bleibt sie noch jahrelang zurück. So lange die Epidermis unverletzt ist, findet keine bedeutende Entwickelung der inneren Rindenschichten statt, später aber tritt, bei verschiedenen Bäumen, zu verschiedenen Zeiten bald die eine, bald die andere Schicht der Rinde besonders stark hervor. Die äufsere Rindenschicht, welche sich in vielen Fällen zu einer sehr dicken Masse, dem bekannten Korke nämlich entwickelt, besteht anfangs nur aus wenigen Schichten regelmäfsig gestellter und stark plattgedrückter Zellen, wovon die äufsersten Schichten bräunlich gefärbt, die inneren dagegen ungefärbt sind. Wo die Korkbildung besonders hervortritt, da wird dieser innere mehr ungefärbte Theil der äufseren Rinde stark entwikkelt, und bei jeder neuen Lage, welche sich dann zwischen der grünen Rindenschicht und der inneren Seite der gebildeten Korkschicht erzeugt, findet eine solche Wiederholung der beiden Lagen, nämlich der braungefärbten äufseren und der mehr ungefärbten inneren statt. Bei der Korkeiche laufen diese Schichten nicht immer concentrisch um den ganzen Stamm, sondern sie beginnen an verschiedenen Stellen und fehlen an anderen wieder ganz. Bei der Korkeiche, wo die Entwickelung der Korksubstanz

Digitized by Google

meistens erst im dritten oder vierten Jahre erfolgt, da fängt sie immer an den Stellen der Lenticellen an und verbreitet sich von hieraus nach den übrigen Theilen der Rinde. In solchen Fällen, wie bei den Birken, wo die eigenthümlichen, weifs und braungefärbten Korkschichten oft erst nach 8 Jahren und noch später, bei einigen Arten aber auch schon im 3. oder 4. Jahre zur Entwickelung kommen, da findet eine vollkommene Wiederholung der ursprünglichen äufseren Rindenschicht statt, indem sie auf der inneren Seite immer wieder eine neue Schicht, bestehend aus einer braunen und einer ungefärbten Lage von Zellen ansetzen. Bei den Metrosideren, wo im hohen Alter jene papierartigen Rindenschichten noch viel schöner ausgebildet sind, als bei der Birke, wo sie sich selbst in Form grofser Lappen von den darunterliegenden Schichten trennen und abfallen, da findet man in einer viel früheren Zeit, z. B. auf 5 oder 6jährigen Aesten eine Art von bräunlichem Korke, welcher durch viele Längsrisse zertheilt ist und in der äufseren bräunlichen Zellenschicht der Rinde besteht. Nachdem diese runzeligte Korkschicht abfällt, findet nun die Bildung von papierartigen Korkschichten statt, worin ebenfalls die braune Schicht mit einer gelblichen wechselt. Dergleichen Korkbildung dauert bei manchen Pflanzen eine sehr lange Reihe von Jahren fort, bei einigen vielleicht bis zum höchsten Alter; die äufseren Schichten werden abgeworfen und neue erzeugen sich wieder.

Es giebt aber eine sehr grofse Zahl von Bäumen, bei denen die Korkbildung sehr gering ist, wo sich aber der innere Theil der Rinde zu einer aufserordentlichen Stärke entwickelt und die Borke darstellt; bei anderen, wie z. B. bei der Birke, wird die Borke-Entwickelung erst dann so auffallend stark, wenn die Korkschichten der Länge nach, offenbar durch zu starke Ausdehnung zerreifsen und abfallen; dann wuchern die Zellenmassen der inneren Rindenschichten sogleich hervor, es entstehen Risse und die Rinde erhält dann das rauhe und zerrissene Ansehen, welches der wahren Borke allgemein zukommt.

Digitized by Google

Ueber die Lenticellen.

Schliefslich sind noch jene eigenthümlichen Bildungen der Rinde zu betrachten, welche unter dem Namen der Lenticellen in neuester Zeit die Aufmerksamkeit der Botaniker auf sich gezogen haben, und vielfach untersucht worden sind. Diese Lenticellen sind warzenförmige Erhabenheiten, welche auf der Oberfläche der Rinde junger Bäume und Sträucher vorkommen; sie wurden zuerst von dem genauen Guettard beschrieben und linsenförmige Drüsen genannt. Herr De Candolle*) glaubte aus seinen Beobachtungen schliefsen zu können, dafs jene Gebilde nichts Anderes als Wurzelknospen wären, dafs sie sich nämlich zu den entstehenden Wurzeln gerade ebenso, wie die sich entwickelnden Aeste zu den Knospen verhielten. Mehrere Botaniker haben dieser Ansicht Beifall geschenkt, obgleich man sich bei einem jeden Weidenzweige von der Unhaltbarkeit derselben überzeugen kann. Herr De Candolle nannte jene Gebilde: Lenticellen, wohl erkennend, dafs sie nicht zu den Drüsen gehören. Herr Mohl**) zeigte dagegen sehr umständlich, dafs Herrn De Candolle's Ansicht über die Bedeutung der Lenticellen unrichtig sei, und ganz neuerlichst hat er dasselbe auch durch die anatomische Untersuchung der Lenticellen nachgewiesen***), so wie auch die Herren Link†) und Unger††) diese Frage auf eine ähnliche Weise beantwortet haben.

Die Lenticellen gehören nur den äufseren Rindenschichten an; sie beginnen aus dem Parenchym der grünen Rindenschicht, und sind als blofse partielle Wucherungen der-

---

*) Ann. des scienc. nat. Tom. VII. 1826. p. 8.

**) Sind die Lenticellen als Wurzelknospen zu betrachten? — Flora von 1832. p. 65.

***) S. Mohl's Untersuchungen über die Lenticellen. Tübingen. 1836 4.

†) Philos. bot. Ed. alt. I. p. 281.

††) Ueber die Bedeutung der Lenticellen. — Flora von 1836. pag. 577.

Digitized by Google

selben zu betrachten. Wenn die Epidermis und die äufseren Zellenlagen der Rinde, durch die hervorwuchernde Lenticelle der Länge nach aufgerissen sind, dann treten die Zellen derselben mehr oder weniger über die Oberfläche der Rinde hervor und erhalten ein bräunliches Ansehen. Seitlich werden sie, rund herum mit der braunen Rindenschicht umschlossen, welche meistens an den umgeworfenen Spalten-Rändern ebenfalls etwas aufwuchert. Später wird die Lenticelle mehr in die Breite gezogen, was wohl nur durch die Breitenausdehnung des Stammes erfolgt. Herr Mohl glaubt in der Lenticellen-Bildung ein Analogon der Korkbildung zu sehen, doch möchte ich dieselbe mehr mit Herrn Unger mit der Respiration der Pflanzen in Beziehung setzen, denn die Lenticellen vermitteln eine offene Communication zwischen den Intercellulargängen der grünen Rindenschicht und der äufseren Luft.

Drittes Capitel.

Ueber die Stammbildung der Acotyledonen.

Nachdem wir den Bau des Stammes der Monocotyledonen und der Dicotyledonen genauer erörtert haben, wird es leicht sein eine richtige Ansicht über den Bau des Stammes der Acotyledonen zu fassen, welcher nicht mehr so gleichmäfsig in seiner Structur auftritt, wie dieses bei den beiden früheren Abtheilungen der Fall war, ja es treten hier bei den einzelnen Familien so grofse Verschiedenheiten auf, wie jene, wodurch der Stamm der Monocotyledonen von demjenigen der Dicotyledonen unterschieden wird. Ein grofser Theil der cryptogamischen Gewächse zeigt keine eigentliche Stammbildung, und wo eine solche bei den Pilzen, Flechten und Algen auftritt, da ist der stammartige Theil dieser Gewächse meistens fast ganz von eben derselben Structur, wie die übrigen Theile eben derselben Pflanze, und durch den anatomischen Bau ist

Digitized by Google

hier wenigstens keine wahre Unterscheidung nachzuweisen. Die Familie der Farrn dagegen, die vollkommenste unter den cryptogamischen Gewächsen, zeigt eine so ausgezeichnete Stammbildung, dafs man in derselben das Auftreten eines Holzkörpers, einer Rinde und einer Markmasse zuweilen ganz deutlich unterscheiden kann. Doch dergleichen Verschiedenheiten sind auch bei den Monocotyledonen zu finden, denn kaum kann man sich entschliefsen, Gewächse wie die Lemneen und die grofsen baumartigen Aroideen in eine und dieselbe Abtheilung zu bringen.

Erst bei den Laub- und Lebermoosen beginnt die Stammbildung und zwar noch in der einfachsten Art. Ein zartes Bündel von langgestreckten cylinderisch-prismatischen Parenchym-Zellen bildet hier die Mittelbildung des Stammes, gleichsam ein Gefäfs- oder Holz-Bündel der einfachsten Art, welches rund herum mit einer Lage von lockeren, grofsmaschigen Parenchymzellen umschlossen wird.

Bei den Equiseten zeigt der Stengel einen regelmäfsigen Kreis von getrennten Holzbündeln, ganz ähnlich der Stammbildung der krautartigen Monocotyledonen, und zu den Aesten scheinen immer die Spiralröhren von zwei nebeneinanderliegenden Holzbündeln überzugehen. Bei den Lycopodien dagegen, findet sich wieder ein einzelnes Holzbündel mitten im Stengel, welches fast ganz in der Art, wie die Holzbündel der Farrn gebauet ist; auch ist es bandförmig, wenn der Stengel mehr zusammengedrückt erscheint. Durch dieses einzeln stehende Holzbündel, welches eine grofse Zahl von Spiralröhren in seiner Mitte hat, ist ein sehr bestimmtes Zeichen gegeben, durch welches man den Stamm der Lycopodien sowohl von demjenigen der Moose und der Farrn, als auch von demjenigen der Salvinien, Azollen u. s. w. unterscheiden kann. Bei allen diesen Gewächsen ist noch keine deutliche Sonderung der Rinde von dem Mitteltheile des Stammes zu bemerken, obgleich bei vielen schon eine ganz gesonderte Epidermis, bei den Equiseten sogar mit Spaltöffnungen versehen, vorhanden ist.

Digitized by Google

Der Stamm der Farrn ist am zusammengesetztesten und verschiedene Botaniker haben über den Bau und die Bedeutung desselben schon die verschiedensten Ansichten aufgestellt. Nach Herrn Mohl's Ansicht steht der Farrn-Stamm in Hinsicht seines Baues dem Cycadeen-Stamme am nächsten; nach Herrn Treviranus dagegen sollte er sich den Coniferen am meisten näheren, doch möchte ich die Gründe dafür für unzureichend ansehen. Mir scheint es, dafs der Bau des Farrn-Stammes mit demjenigen der Monocotyledonen zusammenzustellen sei, und für diese Ansicht hat sich auch Herr Link*) ausgesprochen. Der Bau der stammartigen Bildung der Farrn ist jedoch so sehr verschieden, bei verschiedenen Arten und Gattungen dieser Familie, dafs es schwer hält eine allgemeine Darstellung desselben zu geben; daher hat auch Herr Link in der angeführten Abhandlung für den Stamm der Farrn, in morphologischer Hinsicht betrachtet, eine Reihe von Anamorphosen aufgestellt und dieselben alsdann einzeln anatomisch characterisirt, worauf ich verweisen mufs, indem ich hier, wie bei der Betrachtung des Baues des Monocotyledonen- und des Dicotyledonen-Stammes den Gegenstand nur allgemein abhandeln kann. Der Stamm der Farrn, von welcher Art er auch sein mag, zeigt getrennte Holzbündel, ähnlich dem Monocotyledonen-Stamme; diese Holzbündel zeigen im Allgemeinen eine kreisförmige Stellung, ja oft, wie bei dem eigentlichen Stamme, einen sehr festen Holzcylinder, welcher bald innerhalb, bald aufserhalb, noch einzeln und zerstreut stehende Holzbündel aufzuweisen hat. Diese Holzbündel des Farrn-Stammes sind bald rund oder elliptisch, wie bei den Monocotyledonen, bald sind sie bandförmig in die Breite gezogen und etwas gebogen; und diese sind es gerade, welche sich mit ihren Seitenwänden aneinanderlegen und einen geschlos-

*) Ueber den Bau der Farrnkräuter. — Abhandl. d. Königl. Akad. der Wissenschaften zu Berlin. Aus dem Jahre 1834. Berlin 1836 pag. 375.

Digitized by Google

senen Ring bilden, der überall nur da Oeffnungen zeigt, wo die Gefäfsbündel für die Wedelstiele abgehen. Der Farrn-Stamm zeigt auf seinen Querschnitten immer getrennt stehende Holzbündel, wenn man aber das parenchymatische Gewebe, welches alle diese Holzbündel des Stammes umfafst, genau entfernt, so zeigt es sich, dafs der Holzkörper in Form eines Cylinders auftritt, wie es Herr Mohl für den Stamm der Farrn mit Unrecht ganz allgemein angiebt, und dieser Holzkörper zeigt Längen-Spalten, wo die Wedel abgehen. Ein solcher Holzcylinder ist bei allen baumartigen Stämmen der Farrn ganz deutlich zu sehen, indessen die Entstehung desselben ist wohl richtiger durch seitliches Verwachsen der getrennt stehenden Holzbündel zu erklären. An denjenigen Stellen, wo die Wedel abgehen, da bleiben diese Holzbündel unvereinigt und lassen eine Spalte zwischen sich zurück, deren Ränder sich nach Aufsen umlegen und hier, nachdem sich das braune umschliefsende Fasergewebe geöffnet hat, die kleinen Bündel von Spiralröhren und den dazu gehörenden Elementarorganen austreten lassen. In den Stämmen einiger Farrn, welche Herr Link zu den strauchartigen und den knollenartigen zählt, sind die Holzbündel ganz rund, wie gewöhnlich bei den Monocotyledonen, und hier unterliegt es gar keinem Zweifel, dafs ihr Verlauf, ihre Theilung und ihre Vereinigung ganz in der Art stattfindet, wie bei den Monocotyledonen und Dicotyledonen. Ja dieser Bau, der wohl am häufigsten bei den Farrn vorkommt, giebt uns einen Fingerzeig zur Beweisführung, dafs jene gegebene Erklärung über die Entstehung des Holzcylinders durch seitliches Verwachsen der Holzbündel eben die richtigere ist.

Der Bau der Holzbündel bei den Farrn ist in vieler Hinsicht höchst eigenthümlich; ein grofses Bündel von gestreiften und prismatisch geformten Spiralröhren nimmt die Mitte desselben ein; eine dünne Schicht von zartwandigen, meistens stark mit Amylum gefüllten Parenchym-Zellen schliefst sie unmittelbar ein und eine dicke Lage

Digitized by Google

von braungefärbten Zellen bildet die äufsere Einfassung des Holzbündels, bei den krautartigen Farrn und selbst bei den mehr kraut- oder blattartigen Theilen der Baum-Farrn, da sind diese braunen Zellen mehr oder weniger langgestreckte säulenförmige Parenchym-Zellen; bei dem verholzten, baumartigen Stamme dagegen, sind sie zur Klasse des Pleurenchyms gehörig und von aufserordentlicher Länge; ihre Wände werden oft so dick, dafs die Höhle derselben ganz verwächst, und eine Härte entsteht dadurch, welche derjenigen der Hornsubstanz ziemlich gleichkommt, ja dieselbe oftmals noch übertrifft. Die breiten, bandförmigen Holzbündel haben ganz dieselbe Structur. Die einzelnen Elementarorgane, welche diese Holzbündel bilden, haben wir schon in der ersten Abtheilung dieses Buches an verschiedenen Stellen kennen gelernt.

Bei dem baumartigen Stamme der Farrn tritt eine sehr deutliche Scheidung in Holzkörper, Mark- und Rindengewebe auf; das Mark füllt im frischen Zustande die ganze Höhle des Holzcylinders, ist sehr saftig und aufserordentlich reich an grofskörnigem Amylum, ähnlich dem Marke der Cycadeen und der Palmen. Es giebt indessen verschiedene Formen von Farrnstämmen, z. B. bei den strauchartigen, worin auch keine Spur von Mark vorhanden ist, wo vielmehr das ganze Zellengewebe, welches zwischen allen den Holz- oder Spiralröhren-Bündeln gelegen ist, zu einem sehr bedeutendem Grade verholzt, und, was ganz bemerkenswerth ist, dafs hier die Holzbündel eigentlich blofse Bündel von gestreiften Spiralröhren sind, die von keinem besonderen Zellengewebe umschlossen werden, was doch bei den anderen Arten des Farrnstammes der Fall war. Bei einer anderen Gelegenheit habe ich schon auf den eigenthümlichen Bau eines gewaltig grofsen knollenartigen Farrn-Stammes aufmerksam gemacht, zu welchem auf Tab. X. und Tab. XI. meiner Harlemer Preisschrift die erklärenden Abbildungen gegeben sind. In diesem an 3 Fufs hohen und 10—12 Zoll dicken Stamme verlaufen die Spiralröhrenbündel, ebenfalls von keinem

Digitized by Google

besonderen Zellengewebe, als dem füllenden Mark-Parenchym umschlossen, höchst unregelmäfsig nach allen Seiten hin; auf den Querschnitten sind bald runde Bündel, bald mehr oder weniger lange, bandförmige zu beobachten, doch diese letzteren sind nur horizontal verlaufende Aeste von den runden Spiralröhren-Bündeln, und diese kommen bald in der Nähe des Randes, bald mehr in der Mitte des Stammes vor, aber eine Regelmäfsigkeit in ihrer Stellung habe ich nicht finden können. Dagegen sind die beiläufigen Wurzeln dieses Stammes*) höchst regelmäfsig gebauet; ein grofses Bündel von gestreiften Spiralröhren füllt gerade die Mitte derselben, und in diesen Bündeln sind die Spiralröhren ganz regelmäfsig strahlenförmig vom Mittelpunkte nach dem Umfange gestellt, und das Parenchym, welches eine dicke Rinde bei diesen Wurzeln bildet, setzt sich, selbst zwischen einzelnen Strahlen dieses Bündels fort und bildet gleichsam Markstrahlen. Fig. 22. Tab. VIII. B. der Harlemer Schrift zeigt eine vollständige Abbildung des Spiralröhrenbündels nach einem Querschnitte, und von dem umschliefsenden Rinden-Parenchym dieser Wurzel findet sich eine kleine Abbildung in Fig. 12. der beiliegenden Tab. VI. An diesem Parenchyme, welches ebenfalls nach einem Querschnitte dargestellt ist, ist der unregelmäfsige, geschlängelte Verlauf der Zellenwände sehr bemerkenswerth. Ein solches geschlängeltes Zellengewebe findet sich auch noch bei vielen anderen Farrn; so zeigt die Fig. 11. dicht daneben, das Gewebe aus dem verholzten Marke (wenn man es so nennen darf) des Stammes von Sadleria cyatheoides Kaulf. Untersucht man jedoch dieses Gewebe nach Längenschnitten, so findet man ganz regelmäfsige, der Achse des Stammes parallel verlaufende Zellenwände; der geschlängelte Verlauf kommt hier also blofs der Richtung der Seitenwände zu; bei anderen Farrn dagegen, z. B. bei Struthiopteris, findet man auch wohl einzelne Massen von Parenchym-Zellen, deren Seitenwände

*) S. l. c. Tab. XI.

Digitized by Google

wieder der Länge nach geschlängelt sind, jedoch nicht so bedeutend, wie es uns die Zeichnungen aus den beiden vorhin angezeigten Fällen geben.

Nicht so deutlich ist die Sonderung der Rinde; zwar sind die Zellen der äufsersten Schichten des Stammes nicht nur kleiner, sondern auch bedeutend dickhäutiger, als diejenigen, welche im Inneren des Stammes zwischen den Holzbündeln gelagert sind, aber man kann doch den allmäligen Uebergang in dieses Gewebe der äufsersten Schichten verfolgen; viel deutlicher gesondert tritt zuweilen eine Schicht von Rindengewebe auf den Wurzeln der Farrn auf, und es ist die Rinde des Stammes auch bei einigen Farrn deutlicher, als bei anderen zu unterscheiden. Herr Mohl ist sogar der Meinung, dafs die Rinde oder der äufserste Theil des Farrnstammes aus zwei Schichten zusammengesetzt ist, welche allmälig in einander übergehen, aber ohne sich durch verschiedene Zellenform auszuzeichnen; die äufserste Schicht bildet die Epidermis. Andere Phytotomen wollen es nicht billigen, dafs man die äufsersten Lagen solcher dickhäutigen Zellen in der Peripherie des Stammes Rinde nennt; weil man unter Rinde in physiologischer Hinsicht etwas Anderes versteht, indessen Pflanzen von so verschiedenem Baue und so verschiedener Vegetations-Art, als Farrn, Mono- und Dicotyledonen, die müssen auch sehr verschieden gebaute Rinde besitzen.

Ueber das Wachsthum des Farrnstammes möchte wohl noch Manches zu beobachten sein, obgleich wir über diesen Gegenstand die prachtvolle Arbeit des Herrn Mohl*) erhalten haben; dafs die meisten Formen des Farrnstammes, als z. B. die sprossende, die strauchartige und baumartige nur in die Länge wachsen, ohne Vergröfserung in die Dicke, wie dieses doch bei dem Dicotyledonen-Stamme gleichsam in das Unendliche fortgeht, das ist gegenwärtig ganz bestimmt erwiesen, und ganz in derselben Art

*) De structura filicum. — S. Martius, Icones selectae plantar. cryptagam. brasiliensium. Monach. 1834. 4.

Digitized by Google

wächst der Stengel der Equiseten, der Lycopodien und der Moose; Herr Mohl bezeichnet dieses Wachsthum mit vegetatio terminalis. Ein solches Wachsen kommt aber auch den Mono- und Dicotyledonen zu, denn das Wachsthum der Knospe scheint mir mit jenem des Farrnstammes übereinzustimmen; dort kommt, in Folge der weiteren Entwickelung eine gröfsere Zahl von Holzbündeln zum Vorschein, welche aber nur durch Theilung der ursprünglichen entsteht, während bei dem Farrnstamme, dem Equiseten-Stamme u. s. w. eine blofse Verästelung der Bündel zur Bildung der Wedel erfolgt. Das Dasein oder das Fehlen der Axillarknospen bedingt oder verhindert das Wachsthum des Stammes in die Breite. Die Terminalknospe begrenzt die vegetatio terminalis eines Dicotyledonen-Triebes, und kommt sie in der nächsten Vegetations-Periode zur Entwickelung, so wächst sie ebenso, als die vorhergegangene Knospe, nur noch Wurzel fassend im Umfange des älteren schon ausgewachsenen Triebes. Wie aber der knollenartige Stamm der Farrn, der oftmals zu einem ungeheuren Umfange heranwächst, seine Vergröfserung in die Breite ausführt, das ist durch Beobachtungen noch zu verfolgen.

Digitized by Google

Erklärung der Abbildungen auf beiliegenden Tafeln *).

T a b. I.

Fig. 1. Darstellung eines Querschnittes aus dem Stengel des Cactus grandiflorus. a a die Zellen der Epidermis, deren obere Wände stark verdickt sind und blasenförmige Auftreibung zeigen. b, b, b, b, die Seitenwände der Epidermis-Zellen, welche hier fast ganz verschwunden sind und sehr verdünnte Stellen der Zellen-Membran aufweisen.

c, c, c, die Höhlen der einzelnen Epidermis-Zellen, und d, e und f die obere Wand dieser Zellen oder die sogenannte Cuticula. Bei allen diesen Wänden der Epidermis-Zellen sieht man eine Menge von feinen Tüpfel-Kanälen in die sogenannte Cuticula eindringen, was ebenfalls gegen die Selbstständigkeit der Cuticula sprechen möchte.

g g die untere Wand der Epidermis-Zelle c b g g b, und h ein breiter Tüpfel in dieser dicken Zellenwand.

i, i, i mehrere andere Tüpfel der grofsen Zelle k k, deren äufsere Fläche, wo sie mit den daneben liegenden Zellen zusammenstöfst, durch die feinen Linien l l l l bezeichnet wird.

In der Zelle m m sind die Tüpfel p und o noch eigenthümlicher geformt, indem die dicken Stellen der Zellenwand q, q, q nach einer gewissen Regel abgerundet sind. Auch sieht man hier das Correspondiren der breiten Tüpfel-Kanäle mit denen der Wand der Zelle n n.

Fig. 2. Darstellung der getüpfelten Zellen aus dem Fruchtstiele des Kürbis nach einem Längenschnitte bei 420maliger Vergröfserung; a b die Scheidewand zweier Zellen mit vielen durchschnittenen Tüpfel-Kanälen, wie bei c, c und d.

*) Die Gröfse des beobachteten Gegenstandes ist zu der Vergröfserung in der Abbildung immer in Form eines Bruches angegeben.

Digitized by Google

e e eine Zelle, wo die Tüpfel in Form von Streifen mehr oder weniger breit auftreten, aber genau die Richtung verfolgen, als wenn sie zwischen horizontal verlaufenden Windungen von Spiralfasern entstanden sind. In der Zelle f f ebendasselbe, während die Zelle g g schon mehr die gewöhnlichen Tüpfel zeigt.

Fig. 3. Darstellung der cylindrischen Parenchym-Zellen aus dem Blattstiele von Cycas revoluta nach einem Längenschnitte bei 380maliger Vergröfserung. Die Wände dieser Zellen sind mit mehr oder weniger grofsen und nur selten gleichgeformten Tüpfeln bedeckt, welche auch hier zuweilen nach einer gewissen Regel gestellt sind.

Fig. 4. Darstellung eines Vertikalschnittes aus dem Zellengewebe des Blattstieles von Cycas revoluta. Die Vergröfserung ist 420mal, also noch stärker, wie in vorhergehender Figur.

a, a, a die durchschnittenen cylindrischen Zellen, welche in Fig. 3. der Länge nach mit stark getüpfelten Wänden zu beobachten waren.

b, b, b, b schmalere cylindrische Zellen mit auffallend dickeren Wänden; sie sind bedeutend länger, als die vorhergehenden, zeigen aber keine Tüpfel. Dagegen erkennt man wohl nur bei wenigen Pflanzen jene Zusammensetzung der dicken Zellen-Membran aus einer grofsen Menge von feinen Schichten deutlicher, als eben hier. Bei einigen dieser Zellen sind besonders einige der concentrischen Ringe ausgezeichnet stark ausgebildet, während bei anderen die Schichten sämmtlich gleich stark sind.

c, c, c, c durchschnittene Intercellular-Gänge, welche hier von der regelmäfsigsten dreiseitigen Form sind; ja selbst wo die dickhäutigen und länger gestreckten Zellen mit einander zusammenstofsen, wie bei d, d, sind die Intercellulargänge ganz regelmäfsig gestaltet.

e, e, e, e Tüpfelkanäle in der Membran der Zellen; bei g und h dagegen, sind, durch geringe Vertiefung oder Verdünnung in der Fläche der Zellenwände, jene gröfseren Tüpfel angedeutet, welche auf dem Längenschnitte in Fig. 3. so deutlich zu sehen sind.

Fig. 5. Längenschnitt aus dem Rinden-Parenchym eines Stengels von Cactus alatus. a a und b b gewöhnliche Parenchym-Zellen, zwischen welchen einzelne dickhäutige, getüpfelte Zellen c, d und e auftreten. Wie fast immer mit den dicken Wänden der Zellen die Tüpfelung derselben auftritt, so auch hier; die daneben liegenden, dünnhäutigen Zellen haben keine Tüpfel.

Digitized by Google

Fig. 6. Querschnitt aus dem Blumenschafte einer Orchidee von der Insel Luçon; die durchschnittenen Zellen sind mehr oder weniger regelmäfsig cylindrisch geformt und ihre dicken Wände zeigen, wie bei d, d, d, die Schichtung derselben ganz deutlich. a, b und c sind durchschnittene Intercellulargänge und e und g sind Tüpfel in der Zellenwand, welche gerade auf einen Intercellulargang auslaufen, während die Tüpfel ganz gewöhnlich, wie bei f, f in zwei, nebeneinander liegenden Zellenwänden auf das Genaueste mit einander correspondiren.

Fig. 7. Darstellung eines Querschnittes aus dem braungefärbten Pleurenchyme des Stammes von Alsophila speciosa mihi. In der Zelle a a ist nur noch die kleine Zellenhöhle b zurückgeblieben, indem die Wand der Zelle, durch Anlagerung so vieler neuer Schichten, wie man sie in der Linie c genau erkennen kann, so aufserordentlich verdickt ist. Von der Zellenhöhle h laufen die Kanäle e, e, e nach dem Rande der Zelle und sie sind es, welche bei schwacher Vergröfserung als einfache braune, radial verlaufende Streifen erscheinen. In der Zelle f f verlaufen eine gröfsere Menge von Kanälen von der Höhle d nach dem Umfange der Zelle, und der Tüpfelkanal bei h ist sogar verästelt. In der Zelle i i ist ebenfalls eine eigenthümliche Stellung der Tüpfelkanäle bei b zu beobachten, welche von der Höhle k breit anfangen und allmälig spitz zulaufen.

Fig. 8. Darstellung eines Querschnittes aus den Faser-Zellen des Cactus grandiflorus, welche in Form kleiner Bündel dicht aufserhalb des Holzringes liegen. Die Wände dieser Zellen sind ganz aufserordentlich dick und aus vielen, ganz deutlich zu unterscheidenden Ringen bestehend, welche die verschiedenen Schichten dieser Membran andeuten. Die Höhlen dieser Zellen sind ebenfalls nur noch sehr klein, wie bei a, e, g u. s. w. und der Verlauf der Tüpfelkanäle ist sehr regelmäfsig. Die Kanäle, welche von der Höhle a nach der Zellenscheidewand f f verlaufen, stofsen fast ganz auf jene, welche von der Zellenhöhle e ausgehen, u. s. w.

Fig. 9. Darstellung desselben Gegenstandes nach einem Schnitte aus einer anderen Stelle; die Zahl der Schichten, woraus hier die Zellenwände bestehen, ist noch gröfser, oder vielmehr noch deutlicher zu erkennen.

Fig. 10. Darstellung eines Stückchens von dergleichen Faser-Zellen aus dem Stengel des Cactus grandiflorus, nach einem Längenschnitte und bei gleicher Vergröfserung mit den Figuren 8 und 9.

Digitized by Google

a a a a die äufserste Schicht der dicken Wand, welche die Zelle c c bildet; b b b ist dagegen der Umfang der Höhle dieser Zelle und von dieser Höhle verlaufen die Kanäle der durchschnittenen Tüpfel nach den äufseren Schichten dieser Zellerwand. Die Tüpfelkanäle g, g correspondiren genau mit den Tüpfelkanälen f, f in der anliegenden Zellenwand derselben, wie es in dieser Zeichnung ganz deutlich zu sehen ist.

Bei der Zelle a d d ist die Höhle mit e e bezeichnet und die dicke durchschnittene Wand zeigt überall dergleichen Längenstreifen, wie sie bei a e gezeichnet sind und diese zeigen die Zusammensetzung derselben aus verschiedenen Schichten. Bei der Zelle c c ist noch die hintere Wand mit ansitzend und hier sind eine Menge kleiner Kreise zu sehen, welche nichts Anderes als Tüpfel sind, nämlich jene langen Kanäle von Vorne gesehen.

Fig. 11. Darstellung mehrerer Zellen aus der versteinerten Masse einer Winterbirne. Diese Verhärtung besteht in einer Verdickung der Zellenwände durch Anlagerung neuer Schichten, welche auch in der Zelle 1 und in der Zelle 3 dargestellt sind. Die beiden nebeneinander liegenden Zellen in 3 haben nur noch sehr schmale Höhlen, a und b überbehalten, von denen aus eine grofse Anzahl von Tüpfelkanälen nach den äufseren Schichten der Zellenwand c d führen, und dort mit denjenigen der nebenanliegenden Zellenwand correspondiren, aber dabei niemals in offener Communication stehen. Die Zellen 1 und 2 zeigen auf ihrer hinteren Fläche, bei a, a kleine Tüpfel, welche von Vorne oder von Hinten gesehen, natürlich nur den Umfang des Tüpfelkanales darstellen.

Fig. 12. Darstellung eines Gummiganges aus dem Blattstiele von Cycas revoluta nach einem Querschnitte.

a a, die durchschnittene Höhle des Gummiganges.

b b b b gewöhnliches cylindrisches Parenchym, welches das Diachym des Stengels bildet und

c c c c eine Reihe kleiner, warzenförmiger Zellchen, welche den Umfang des Gummiganges unmittelbar darstellen.

Tab. II.

Fig. 1. Querschnitt aus dem Rindentheile des Schaftes der gemeinen Binse (Scirpus lacustris L.).

a a äufserste Zellenschicht, deren obere oder äufsere Zellenwände verdickt sind und die sogenannte Cuticula b b bilden.

c, c, c einzelne Bündel von Faser-Zellen.

d d ähnliche Bündel von Faser- oder Bast-Zellen.

e e eine dicke Schicht von prismatischen, horizontal gela-

Digitized by Google

gerten Parenchym-Zellen, welche stark mit grüngefärbten Zellensaft-Kügelchen gefüllt sind und überhaupt die grüne Farbe der Binse veranlassen.

f, f Durchschnitte der Luftkanäle.

g, Durchschnitt eines Holzbündels, welches unausgeführt geblieben ist; h, h sind die durchschnittenen Spiralröhren.

Fig. 2. Darstellung eines Querschnittes aus dem Inneren des Schaftes von Scirpus lacustris L. Es ist der Durchschnitt eines grofsen Holzbündels mit den Wänden der anstofsenden Luftkanäle.

a b und a c die Seitenwände eines Luftkanales, welcher eine Querwand von eigenthümlich gestalteten, aber zum sternförmigen Zellengewebe gehörige Parenchym-Zellen enthält.

d d d d ein Theil dieser Querwand, der aus 3 Zellen besteht, nämlich aus der Zelle d d f f, der Zelle f f e e und der Zelle e e d d. Die seitlichen Scheidewände dieser Zellen, nämlich f f, e e und g g sind mit elliptischen Zwischenräumen durchbrochen, welche mit den Interstitiis des gewöhnlichen sternförmigen Zellengewebes zu vergleichen sind.

h h h h ein anderer Theil des sternförmigen Zellengewebes, der ebenfalls aus 4 Zellen besteht, deren Seitenwände allein die bezeichneten Interstitia aufzuweisen haben. Die Zellen-Membran zeigt aufserdem noch einzelne oder doppelte Kreise, welche entweder Tüpfel oder warzenförmige Erhebungen sein mögen.

i, i Durchschnitte der grofsen Spiralgefäfse des Holzbündels.

k, der Durchschnitt des Luftganges, der durch das ganze Holzbündel der Länge nach verläuft.

l l und m m Faser-Zellen des Holzbündels, deren dicke Wände die Höhlen fast ganz schliefsen, welche defshalb nur als dunkele Punkte erscheinen.

n eine einzelne dünnhäutige Zelle zwischen den übrigen dickhäutigen Faser-Zellen.

o o die seitliche Scheidewand eines anderen Luftkanales; sie ist aus zwei Reihen von Zellen zusammengesetzt, während drei andere Wände nur aus einfachen Zellenreihen gebildet sind.

p p und r r sternförmiges Zellengewebe, welches in der jüngeren Pflanze die zusammenhängenden Querwände der Luftkanäle bildete, bei der älteren aber nur in einzelnen Fetzen an den Seitenwänden hängen bleibt.

Fig. 3. Darstellung einer kleinen Partie von dem eigenthümlich geformten sternförmigen Gewebe, welches im Inneren der Binsen vorkommt. Man kann in diesem Stückchen sehr deutlich den Uebergang jenes Gewebes von d d d d und h h h h Fig. 2.

Digitized by Google

zum wirklichen sternförmigen verfolgen, indem hier nicht nur die Seitenwände, wie z. B. f f, mit Interstitien besetzt sind, sondern auch die grofsen Interstitien an den Ecken der Zellen auftreten, wie b, b, b, b, b bei der Zelle a. So wie bei gewöhnlichem sternförmigem Parenchym in den Seitenwänden der Zellen, zwischen zwei grofsen Interstitien ein oder mehrere kleine Interstitien auftreten, so findet man es auch schon in dieser Darstellung.

Fig. 4. Darstellung desselben Gewebes von einer anderen Stelle des Binsenschaftes. Deutlicher sind hier zwar die Interstitia zwischen den nebeneinander liegenden Zellen, als runde und stark erweiterte Intercellular-Gänge zu erkennen, aber weniger deutlich sieht man hierin den Uebergang zum sternförmigen Gewebe. Nur e, e, e, e sind als grofse Interstitia zu erkennen, welche an den Ecken der Zellen aufgetreten, während die übrigen Ecken dieser Zellen unverändert geblieben sind. Es herrscht hierin eine grofse Mannigfaltigkeit.

Fig. 5. Querschnitt aus dem Schafte von Eriophorum vaginatum. Der Schnitt ist durch eine Scheidewand (e e e e) gegangen, welche zwischen zwei Luftkanälen liegt und zwar so, dafs gerade die Querwände der Luftkanäle dadurch blofsgelegt worden sind.

a, a, a sind sternförmige Zellen, welche die Querwände andeuten, die hier in jeden der beiden Luftkanäle gelagert waren.

b, c und d sind die Strahlen der einzelnen sternförmigen Zelle von a und

e e e e sind die Zellen der durchschnittenen Scheidewand, welche zwischen den beiden Luftkanälen liegt. Diese Zellen sind in der alten Pflanze, zur Zeit des Octobers ganz aufserordentlich dickhäutig und stark getüpfelt, wie es die hintere Wand der Zelle f zeigt.

g, g, h zeigen einige der durchschnittenen Tüpfelkanäle, welche in der dicken Haut dieser Zellen liegen.

Fig. 6. Einzelne sternförmige Zellen aus der Querwand eines Luftkanales von eben derselben Pflanze, wonach Fig. 5. angefertigt ist.

a, a, a drei ganz vollständige sternförmige Zellen in ihrer gegenseitigen Verbindung.

b, b die dicken Wände dieser Zellen.

c, c, c, c Interstitia zwischen den Strahlen der einzelnen Zellen.

d ein auslaufender Strahl, getrennt von dem Strahle der angrenzenden Zelle.

e die breit angeschwollene Begrenzungsfläche des Strahles

Digitized by Google

d, mit welcher die Vereinigung mit dem angrenzenden Strahle stattfindet. Die Zellen-Membran, welche diese, zur Vereinigung bestimmte Fläche bildet, ist getüpfelt und die Tüpfelkanäle correspondiren mit denjenigen der angrenzenden Zellenwand.

f f sind dergleichen vereinigte Enden der wulstig angeschwollenen Strahlen von nebeneinander liegenden Zellen; sie entstehen aus gewöhnlichen Strahlen, wie es Fig. 8. zeigt, wo die meisten Strahlen einer gewöhnlichen sternförmigen Zelle angehören, während die beiden Strahlen bei a, a, schon beginnen an ihrer Vereinigungsstelle wulstig anzuschwellen.

Fig. 7. Darstellung einer einzelnen sternförmigen Zelle aus eben derselben Pflanze; nur die Enden der angrenzenden Strahlen sind mit aufgezeichnet, und die Vergrößerung ist über 800fach

a, die Höhle der Zelle.

b, die dicke Wand dieser Zelle.

c c ein einzelner Strahl, und e e der Strahl der angrenzenden Zelle, bei d d sind diese beiden Strahlen mit einander verbunden.

f, f, f, die engen Kanäle, durch welche sich die Höhle der Zelle in die Strahlen hinein fortsetzt.

g, g, g sind die durchschnittenen Tüpfelkanäle, welche durch die Substanz der dicken Scheidewände laufen, aber mit der correspondirenden des angrenzenden Strahles nicht in offener Verbindung stehen. Die Menge der Tüpfelkanäle ist in diesen Scheidewänden sehr grofs und daher werden bei der Veränderung des Fokus auch immer andere zu Gesicht kommen. Offenbar sind auch diese Tüpfel zur Erleichterung der Communication zwischen diesen anliegenden dickhäutigen Zellen.

Fig. 9. Darstellung einiger strahlenförmigen Zellen aus den Querwänden der Luftkanäle in der angeschwollenen Basis des Blattstieles von Sagittaria indica.

a, a, zwei solcher strahlenförmigen Zellen.

b, b, b, b u. s. w. Interstitia an den Ecken dieser Zellen.

c, eine Wand der Zelle mit einem kleinen Interstitium.

d, d, zwei kleine Interstitia auf einer Seitenwand.

e e, e e, Seitenwände mit 3 kleinen Interstitien.

f f mit 4 Interstitien und der Scheidewand g g mit 7 solchen kleinen Interstitien.

In den Zellen liegen einzelne grüngefärbte Zellensaft-Kügelchen und bei h sind sie in Form eines Kreises aneinander gereihet.

Fig. 10. Darstellung einer grofsen strahligen Zelle aus dem oberen Theile des Blattstieles der Sagittaria indica. Die Zellen sind hier sehr dickhäutig und die Interstitia sind niedlicher

Digitized by Google

geformt. Zwischen den elliptischen Interstitien liegen hie und da ganz kleine Anschwellungen der Scheidewände, wie bei a, a, a; bei b ist dieselbe schon gröfser und bei c hat sich schon das Interstitium durch Auseinandertreten der Zellenwände gebildet.

Bei dem Interstitium d ist der schattirte Raum der erweiterte Intercellulargang und die breite helle Einfassung e ist die dicke Wand, welche sich rund um das Interstitium bildet, während die Zellenwand an anderen Stellen nicht angeschwollen ist.

Fig. 11. Darstellung des sternförmigen Zellengewebes aus einer Querwand des grofsen mittleren Luftkanales in dem Blattstiele der Pontederia cordata.

a, der Körper der 6strahligen Zelle.

e, e, e, e, verschiedene Strahlen der Zelle.

d, d, d, d, d, grofse Interstitia.

b, b, b, b, b, 5 sternförmige Zellen, welche um die runde Zelle c gelagert sind, und bei den Vereinigungslinien mit dieser Zelle keine Interstitien zeigen.

Die Zelle c ist mit einem gelbbräunlichen, harzigen Stoffe gefüllt und sehr dickhäutig.

f eine eigenthümlich geformte Zelle, welche zwischen den Zellen g, h und i gelagert ist.

k ein grofses Interstitium für die Anfnahme eines grofsen Krystalles (S. p. 241). Die Wände der angrenzenden Zellen n, n, wie bei l, l sind etwas von einander getreten, wahrscheinlich durch die Vergröfserung des Krystalles allmälig dazu gezwungen.

T a b. III.

Fig. 1. Längenschnitt aus dem Holze der gemeinen Kiefer; der Schnitt ist parallel der Markstrahle geführt, und man sieht die grofsen Tüpfel, welche in einer einfachen Reihe auf den Seitenwänden der Parenchym-Zellen dieses Holzes vorkommen.

a a a a ist die äufsere Umgrenzung des dargestellten Stückchens der einen Zelle und

a a b b die äufsere Umgrenzung der nebenanliegenden Zelle.

a c c a und d a a d sind die Durchschnittflächen der beiden Wände der Zelle a a a a, und auf diesen Flächen erkennt man die Zusammensetzung aus Schichten durch die grofse Anzahl feiner Streifen.

e, e, e, e, e sind die wahren Tüpfel, welche sich von dem umschliefsenden Hofe f, f, f durch stärkere Schattirung aus-

Digitized by Google

zeichnen, wodurch man schon erkennt, dafs diese beiden Theile des Tüpfels nicht in einer und derselben Fläche liegen.

k, k zeigt eine sehr seltene Abweichung von der Regel; es fehlt nämlich der umschliefsende Hof und an dessen Stelle sind 6 kleine Tüpfel aufgetreten, welche rund um den siebenten Tüpfel i stehen.

a h h a und b g g b sind die durchschnittenen Seitenwände der angrenzenden Zellen.

Fig. 2. Querschnitt aus einer anderen Stelle des Holzes von der gemeinen Kiefer, wo die Wände nicht so dick, als in Fig. 12. sind. Der Schnitt geht mitten durch die Tüpfel, welche immer nur auf zwei gegenüber stehenden Zellenwänden vorkommen, wie z. B. in der Zelle m auf den Seiten n, n; während die Seitenwände o, o keine Tüpfel zeigen.

a c, a c die durchschnittenen Seitenwände der einen Zelle.

f, f, linsenförmige Zwischenräume, welche sich durch Auseinandertreten der Wände zweier nebeneinander liegender Zellen darstellen und die Veranlassung der Bildung des äufseren Hofes geben, welcher den wahren Tüpfel umgiebt, der wiederum, wie es bei e, e zu sehen ist, in einer blofsen Vertiefung oder Aushöhlung der inneren Fläche der Zellenwand besteht.

In der Zelle g ist h h die scheibenförmige Erhebung, welche den Hof des Tüpfels bildet, der in i als ein kleines Grübchen zu erkennen ist.

Bei k, k sind die inneren Schichten der dicken Zellenwand durch den mechanischen Druck von der äufseren, l, l getrennt.

Fig. 3. Längenschnitt aus dem Holze eben desselben Kieferstammes; der Schnitt ist im rechten Winkel durch die Zellen der Markstrahle k k k k geführt, welche zwischen den beiden Zellenwänden c a c a und a c c a gelagert ist.

a a a a die äufsere Begrenzung der einen Zelle und a a b b die äufsere Begrenzung der anderen Zelle, zwischen welchen der Markstrahl gelegen ist.

a l, a l die Wand der angrenzenden Zelle und zwischen dieser und jener Wand a c a c, liegen die Durchschnitte der drei linsenförmigen Höhlen g, g, g, welche durch Auseinandertreten der Zellenwände gebildet werden und den umschliefsenden Hof darstellen.

e, e, e sind die Durchschnitte der kleinen Tüpfel, welche mit den Tüpfeln f, f, f genau in einer und derselben Ebene liegen. Ganz ebenso ist der durchschnittene Tüpfel in der Zellenwand b b gebauet.

Digitized by Google

Fig. 4. Längenschnitt aus einem Blattstiele von Cycas revoluta. Der Schnitt geht gerade durch ein Holzbündel und zeigt die Wände dreier Zellen oder Röhren.

a a a a eine getüpfelte Röhre mit drei Reihen von Tüpfel; die Tüpfel sind elliptisch und liegen in regelmäfsiger Stellung, verfolgend den Lauf der Windungen der Spiralfasern, woraus die Wände dieser Röhre durch Verwachsung entstanden sind. Der langgezogene elliptische Tüpfel liegt zwischen zwei Faserwindungen, und der umschliefsende Hof besteht in einer Erhebung der Zellenwand.

Das Netz von Linien, welches mit b b b bezeichnet, zwischen den Tüpfeln liegt, ist durch die Angrenzung der Kanten der daneben liegenden Zellen entstanden.

d d, ein sogenanntes Spiralgefäfs, dessen Windungen zu verwachsen beginnen.

c c eine andere getüpfelte Röhre mit verhältnifsmäfsig gröfseren Tüpfeln.

Fig. 5. Darstellung eines kleinen Theiles der getüpfelten Wand aus a a a a Fig. 15. nach einer 420maligen Vergröfserung, wobei das Verhältnifs des Hofes zum elliptischen Tüpfel deutlicher zu sehen ist. Bei a ist ein Kreuzen der beiden, auf den angrenzenden Zellenwänden liegenden Tüpfel zu sehen, was in alten Stämmen mancher Cycadeen fast allgemein zu beobachten ist und wohl beweist, dafs die Spiralfaser in den beiden nebeneinander liegenden Zellen in entgegengesetzter Richtung verlief, weil nämlich die Tüpfel immer zwischen zwei Windungen gelagert sind.

In der durchschnittenen Zellenwand c d sind auch kleine Vertiefungen, d. h. die Durchschnitte der Tüpfel zu bemerken.

Fig. 6. Darstellung eines kleinen Theiles einer getüpfelten Röhre aus dem Holze eines Cycadeen-Stammes von der Insel Luçon; der Schnitt ist parallel den Markstrahlen geführt, und auch hier haben nur die, den Markstrahlen zugewendeten Seiten dergleichen Tüpfel aufzuweisen. Der Hof dieser Tüpfel ist sehr grofs geworden und hat nicht mehr die regelmäfsige elliptische Form, sondern ist mehr vielseitig und eckig durch gegenseitige Begrenzung geworden. Die Durchschnittsflächen der dicken Wände a b, u. s. w. zeigen ebenfalls die Zusammensetzung aus verschiedenen Schichten.

Fig. 7. Querschnitt aus einem Holzbündel des Blattstieles von Cycas revoluta; hier sind auf allen Seiten Tüpfel, während an den Zellen des Holzkörpers dieser Pflanze nur die, den Markstrahlen zugewendeten Seiten der Zellen mit Tüpfel besetzt sind.

Digitized by Google

Fig. 8. Querschnitt aus dem Holzkörper des alten Cycas-Stammes, nach welchem auch die Abbildung von Fig. 6. gemacht worden ist.

a und b sind die durchschnittenen Prosenchym-Zellen, deren Wände bei c, c auseinander getreten sind, und dadurch den Hof des Tüpfels darstellen, welcher in der horizontalen Ansicht, wie bei Fig. 17. so deutlich zu sehen ist.

d, d, d, d sind die Durchschnitte der wahren Tüpfel und sie bestehen, wie alle andere Tüpfel in einer kanalförmigen Vertiefung auf der inneren Fläche der Zellenwände.

Fig. 9. Darstellung eines Längenschnittes aus dem Stamme von Cactus Opuntia L.

a b, einfache Spiralröhren, deren Fasern schon mit der umschliefsenden Membran fest verwachsen war und netzförmig zu werden beginnt.

c d, ein einzelnes Glied einer vollkommen netzförmig verwachsenen Spiralröhre und

e f, eine Spiralröhre, welche an ihrem unteren Gliede sehr deutlich zeigt, dafs sich die Länge der Streifen und Tüpfel am meisten nach der Breite der angrenzenden Organe richtet. In allen den, in vorliegender Figur dargestellten Spiralröhren, ist die Gliederung, d. h. die Zusammensetzung der Spiralröhre aus kurzen Schläuchen oder Zellen ganz deutlich.

Fig. 10. Darstellung eines kleinen Theiles von dem Blatte von Sphagnum palustre L.

a a, eine grofse Zelle mit Spiralfasern auf der inneren Wand.

b, b, c und d sind lange und schmale Zellen mit grüngefärbten Kügelchen, welche die Ränder der grofsen Zellen einfassen und zwischen denselben liegen.

e, e, grofse Ringe auf der Zellenwand, welche man für Löcher zu halten pflegt, die aber höchstens als verdünnte Stellen der Membran zu erklären sind.

Fig. 11. Abbildung eines Theiles von einem anderen Blatte eben derselben Pflanze; hier sind die Zellen sehr grofs und ohne Spiralfasern, auch sieht man hier um so deutlicher das Verhältnifs der schmalen Zellen zu den breiteren, worüber ausführlich pag. 56 die Rede ist.

Fig. 12. Darstellung eines Längenschnittes aus der Spiralröhrenmasse eines Stammes von Alsophila speciosa mihi. Es sind hier 3 nebeneinanderliegende, metamorphosirte Spiralröhren, welche sich gröfstentheils als gestreifte Röhren zeigen, an einzelnen Stellen dagegen schon in getüpfelte verwachsen sind. Die Spiralröhre a b c d ist am oberen Theile mit sehr kurzen Streifen bedeckt, indem die, dazwischen herablaufenden Linien,

Digitized by Google

welche durch die Kanten der früher anliegenden Organe gebildet wurden, diese Theilung veranlafsten. Am unteren Ende sind die Verwachsungen an den breiten Streifen o o und o p so vollkommen, dafs weder Spuren von Fasern noch von Streifen zu sehen sind, dazwischen tritt aber eine Reihe vollkommener Streifen auf, welche schon durch die umgrenzende feine Linie die Breite einer angrenzenden Spiralröhre zeigt. Aehnliche Vertheilung der breiten und kurzen Streifen findet sich auf der Spiralröhre c d e f und e f g h.

c d zeigt die beiden durchschnittenen Wände der nebeneinander liegenden Spiralröhre; man erkennt hieran die Dicke dieser Häute und bemerkt die tiefen Einschnitte, welche in die Wände hineinlaufen und gerade die durchschnittenen Streifen sind, welche sich auf dem Querschnitte ganz wie Tüpfel verhalten.

Fig. 13. Es sind hier drei solcher Streifen von den Spiralröhren aus Fig. 12. bei einer 1000maligen Vergröfserung dargestellt.

a, a, a sind die wahren Streifen, das sind nämlich die verdünnten Stellen der Wände, dagegen ist jeder Streifen noch durch einen besonderen Hof umgeben, der hier mit b, b, b bezeichnet ist. Die Seiten-Ränder der Höfe zweier nebeneinander liegender Streifen laufen sehr dicht nebeneinander, so dafs es bei schwächerer Vergröfserung, wie in Fig. 14. erscheint, als wenn eine feine Linie zwischen zwei Streifen verliefe.

Fig. 15. Darstellung eines Querschnittes aus einer solchen gestreiften Spiralröhre von eben derselben Pflanze, während in Fig. 16. ein Theil einer anderen Röhre der Art nach einer noch stärkeren Vergröfserung dargestellt ist. Die Bezeichnungen in beiden Figuren sind gleichbedeutend.

a ist die Höhle der 4seitigen Spiralröhre b c d e, welche von allen 4 Seiten noch durch die Wände der 4 angrenzenden Spiralröhren eingefafst wird. f g, m n, h i und k l sind diese Wände und zwischen diesen und den ihnen anliegenden Wänden der Spiralröhre a finden sich schmale Lücken, welche der Breite der Streifen und diese wieder der Breite der angrenzenden Organe entsprechen. So ist die Lücke o o zwischen der Wand b d und f g gelegen, die Lücke r zwischen der Wand d e und k l, u. s. w. Durch diese Lücke wird der Hof erzeugt, welcher die Streifen, wenn man sie in horizontaler Lage, wie in Fig. 13. und 14. ansieht, umgeben. Der Streifen selbst zeigt sich jedoch als verdünnte Stelle, welche durch p p dargestellt ist. Die Linien p, p, welche scheinbar wie Kanäle

Digitized by Google

durch die Wände laufen, sind dagegen hier nur seitliche Einfassung der verdünnten Stellen, welche sich als lange Gruben zeigen. Um so dunkeler zeigen sich diejenigen Stellen der Wände, welche zwischen den Streifen und Tüpfeln liegen, wie z. B. q, q, u. s. w.

Aufserdem ist an diesen Abbildungen noch zu beachten, dafs die Wände dieser Spiralröhren auf dem Querschnitte gleichfalls die Zusammensetzung der Membran aus vielen Schichten zeigen, ganz gleich jenem Baue der Zellenwände.

Auch kommen in solchen Fällen, wo sich Spiralröhren unmittelbar an Spiralröhren legen, ebenfalls Gänge vor, welche zwischen den Kanten der Spiralröhren verlaufen und gleich den Intercellulargängen erscheinen. Bei d und e sind solche Interspiralröhrengänge durchschnitten.

Fig. 17. Ein Längenschnitt aus der grünen Zellenschicht der Rinde von Sambucus nigra. Die Zellen sind dickhäutig, haben aber sehr weiche Wände.

Die Zelle a b zeigt auf der einen Hälfte der Wand eine Menge von Fasern, c, c, c, welche offenbar die Windungen von spiralförmig verlaufenden Fasern sind, die aber zum Theil mit der umschliefsenden Zellen-Membran vollkommen verwachsen sind.

d, e, e, e sind ähnliche Spiralfasern, welche sich sogar verästeln, ganz wie es bei den Spiralfasern in anderen Fällen beobachtet wird.

f, f, f sind die dicken Wände der Zellen, welche auf der inneren Fläche, zwischen den einzelnen Windungen der Fasern mit der grünfärbenden Substanz bekleidet sind.

g, g, i sind durchschnittene Intercellulargänge, welche durch eine wasserhelle Substanz gefüllt sind, die derjenigen der Zellenwände gleicht und derselben auch wahrscheinlich angehört.

Fig. 18. Darstellung eines Vertikalschnittes, welcher durch die untere Blattfläche von Pleurothallis ruscifolia geführt ist.

a a, Epidermis mit der darin sitzenden Hautdrüse c.

d, die Athemhöhle unter der Hautdrüse.

e e einfache Schicht von cylindrischen Spiralfaser-Zellen ohne Zellensaft-Kügelchen.

f f, das gewöhnlich merenchymatische Gewebe, welches stark mit grüngefärbten Zellensaft-Kügelchen gefüllt ist und das Diachym des Blattes bildet.

Fig. 19. Ein ähnlicher Schnitt aus eben derselben Pflanze, wie in Fig. 14.

Digitized by Google

a b, Epidermis und c d die obere Wand derselben oder die sogenannte Cuticula.

e, Spiralfaser-Zelle, in welcher die Structur der Zellenwände deutlich zu sehen ist.

Fig. 20. Horizontalschnitt dicht unter der Epidermis der unteren Blattfläche von eben demselben Blatte der Pleurothallis geführt.

b a a a a, die Zellen der Epidermis, auf welcher die oberen Grundflächen der abgeschnittenen Spiralfaser-Zellen liegen, in die man hineinsieht und die Verwachsung der Enden ihrer Spiralfasern verfolgen kann.

b b b b die eine dieser Zellen, deren Fasern in d zusammenlaufen, indem allmälig immer mehr und mehr die nebeneinander liegenden Fasern zusammenlaufen und mit einander verschmelzen.

c c c c eine andere Zelle der Art, wo sich die Fasern in e vereinigen. In den beiden nebeneinander liegenden Zellen ist der Verlauf der Fasern nicht aufgezeichnet.

f, f, sind grofse Kügelchen, welche sich in den Zellen dieser Epidermis sehr häufig finden, aber wasserhell gefärbt sind.

Fig. 21. Darstellung eines Querschnittes aus den äufsersten Zellenschichten des Blattstieles der bekannten rothen Spielart von Beta Cicla.

a b, die Zellen der Epidermis mit der zarten Cuticula.

c d, eine dichte Zellenmasse von höchst eigenthümlichen Ansehen.

e, e, e, e, e sind die durchschnittenen Zellenhöhlen.

f, f, f, f dagegen die verdickten Stellen der aneinander grenzenden Zellenwände, welche, besonders nahe der Epidermis, eine etwas braunröthliche Färbung zeigen, und aus so vielen Stücken zusammengesetzt sind, als daselbst Zellen zusammenstofsen. In

Fig. 22. u. 23. sind Querschnitte aus eben demselben Zellengewebe nach stärkeren Vergröfserungen dargestellt. In Fig. 23. sieht man z. B. ganz deutlich, wie die 4 Stücke k, n, l und m den entsprechenden Zellen h, i, g und a angehören und so verhält es sich überall.

Fig. 24. u. 25. Querschnitte aus den äufsersten Rindenschichten des Stammes von Helleborus foetidus.

a b, Epidermis und c d die dazu gehörige Cuticula.

e und f, netzförmige Zellen, durch Verwachsen der Spiralfaserschicht mit der umschliefsenden äufseren Zellenschicht entstanden.

Digitized by Google

Tab. IV.

Fig. 1. Darstellung eines Längenschnittes aus einem Blatte von Oncidium juncifolium.

a b, c d und e f, Zellen, deren Wände mit Spiralfasern bekleidet sind, während die daneben liegenden Zellen ohne dieselben sind.

g, h, i und k zeigen einzelne, mehr oder weniger grofse Kreise, welche für verdünnte Stellen zu erklären sind. Einige dieser Zellen haben mehrere solcher verdünnten Stellen.

Fig, 2. Eine einzelne Spiralfaser-Zelle aus dem Blatte der Vanda teretifolia nach einem Querschnitte.

a b und c d die dicken Spiralfasern.

e f die ursprüngliche Zellen-Membran.

g h eine sich verästelnde Spiralfaserwindung.

i k Durchschnitt der Zellenwand und

l, l, l zeigen die Durchschnitts-Flächen der Spiralfasern m, n, m.

Fig. 3. Querschnitt aus einer anderen Stelle eines Blattes von der Vanda teretifolia. Die Spiralfaser-Zellen sind sehr regelmäfsig gezeichnet und enthalten schön grüngefärbte Zellensaft-Kügelchen.

Fig. 4. Querschnitt aus einem Blatte von Oncidium maximum.

a b, die Zellen der Epidermis.

c d, eine Zellenmasse stark mit Chlorophyll gefärbt,

e, einen sogenannten Kern enthaltend, f ebenfalls ein solcher Kern, der aus einer durchsichtigen und meistens ganz ungefärbten Substanz besteht.

g h, Spiralfaser-Zellen, womit fast das ganze Diachym des Blattes gefüllt ist; einzelne dieser Zellen, wie bei i, enthalten grüngefärbte Zellensaft-Kügelchen.

Fig. 5. u. Fig. 6. Darstellung einzelner Spiralfaser-Zellen aus dem Blatte von Stelis gracilis mihi nach einem Längenschnitte.

a b, die Enden der langen Zelle, wo die Spiralfasern, woraus das Ganze besteht, vollkommen zu einer gleichmäfsigen Membran verwachsen sind.

c, eine einfache Wand der Zelle, welche ganz aus nebeneinander liegenden Spiralfasern besteht. Die spiralförmig sich windenden Streifen sind nämlich die Linien, in welchen sich die Seiten der Spiralfaser-Windungen verbinden, und der helle und schmale Streifen zwischen solchen zwei dunkeln Streifen. ist eben die Windung der Spiralfaser.

d. An dieser Stelle sind auch die, nach entgegengesetzter Richtung verlaufenden Windungen der Spiralfaser zu sehen,

Digitized by Google

welche die hintere Wand der Zelle bilden. Die Zelle war bei dem Trocknen des Blattes stark zusammengedrückt, so dafs beide Wände aufeinander lagen.

Fig. 7. Ein kleiner Theil von der Wand der Zelle aus Fig. 6. nach einer 540maligen Vergröfserung dargestellt, wodurch die Structur-Verhältnisse dieser Zellen-Membran ganz klar werden.

a a, a a, die breiten Fasern, welche in den Doppellinien b b, b b nebeneinander liegen.

c, eine Spiralfaser-Windung, welche sich in die Aeste c nnd d theilt.

Fig. 8. Darstellung eines kleinen Theiles der Zellenwand von Oncidium maximum nach einer 540maligen Vergröfserung.

a b, a b, einzelne Enden der Spiralfasern, welche hier, wie die Zeichnung es darstellt, einen gegliederten Bau aufzuweisen haben.

c d, c d, die feine Zellen-Membran, welche sich über die Spiralfasern fortzieht und die ursprüngliche Schicht der Zellenwand darstellt.

e, e, einzelne grofse grüngefärbte Zellensaft-Kügelchen, welche in diesen Spiralfaser-Zellen vorkommen.

f, g, g, die Querwände, welche die Gliederung der Spiralfasern veranlassen und über die Ränder derselben hervorstehen.

Fig. 9. Abbildung des Endes einer grofsen Spiralröhre aus dem Stamme der Musa paradisiaca; die Röhre erscheint hier wie eine Spiralfaser-Zelle.

Fig. 10. Ein kleiner Theil der Wand jener Spiralröhre von Fig. 9. nach einer sehr starken Vergröfserung dargestellt, wodurch der Bau derselben ganz klar wird.

a b und a b sind hier die wirklichen Faserwindungen und die breiteren hellen Streifen c d, c d sind der feinen Membran angehörig, welche die ganze Röhre der Spiralfaser umkleidet.

Fig. 11. Darstellung eines Theiles einer Wand von einer anderen Spiralröhre, aus eben demselben Stamme der Musa paradisiaca L. Hier sind die Fasern sehr breit, wie bei a b, a b, und liegen mit ihren Rändern fast unmittelbar nebeneinander, so dafs dadurch zwei dicht zusammen liegende Schattenlinien (c d) entstehen.

Fig. 12. Ein kleiner Theil aus der Wand einer anderen Spiralröhre aus eben demselben Stamme der Musa. Hier stehen die Windungen a b, a b, a b der Spiralfasern sehr weit auseinander, und um so deutlicher ist an den Seiten die zarte Haut zu erkennen, welche hier mit a d bezeichnet ist und die ganze Röhre äufserlich einschliefst. Oft ist diese Haut so zart, dafs sie erst nach der Färbung mit Jodine sichtbar wird.

Digitized by Google

Fig. 13. Längenschnitt aus dem Holzkörper eines jungen Schöfslinges von Pinus uncinata. Man sieht hier die Prosenchym-Zellen, deren Wände ganz aus Spiralfasern entstehen, die später durch inniges Verwachsen die gleichförmige Zellen-Membran darstellen.

a b eine solche Zelle mit ihrem Ende dargestellt.

c, c dergleichen Stellen, wo sich die grofsen Tüpfel durch Auseinanderschiebung der Windungen der Spiralfasern bilden.

Fig. 14. Darstellung eines Haares von der Luftwurzel von Epidendrum elongatum. Das Haar aus einer gleichmäfsigen Zellen-Membran bestehend, ist unter dem einfachen Mikroskope auseinandergezogen und zeigt seine Zusammensetzung aus einem spiralförmig sich windenden Bande, ja dieses Band zeigt an der Stelle a seine Zusammensetzung aus Fasern, von welchen sich an jener Stelle mehrere von einander getrennt haben.

Tab. V.

Fig. 1. Querschnitt aus der Epidermis eines Blattes der Aloe intermedia.

a b die Reihe der Epidermis-Zellen.

c, c, c, c, die innere Fläche der oberen Wand der Epidermis-Zellen.

d, d, der Schatten von der zweiten Durchschnitts-Linie der oberen Zellenwand.

e f und g h, die Durchschnitts-Fläche der verdickten oberen Wände der Epidermis-Zellen, oder die sogenannte Cuticula.

n, die Grube der Epidermis, welche zur Hautdrüse führt.

o, der Punkt des Zusammenstofsens der dicken Membran von den nebenangrenzenden Zellen. Eine kleine Oeffnung bleibt zurück, und durch jene Hervorragungen der Membran mit den darunter liegenden Zellen der Hautdrüse wird die kleine Höhle p gebildet, welche unmittelbar auf die Spaltöffnung stöfst.

g g, Zellen der Hautdrüse mit sehr dicken Wänden und mit grünlich gefärbten Kügelchen gefüllt.

i und k zeigen die Fortsetzung der Querwände, welche die Zellen m und l, und l und b von einander trennen, aber sehr innig miteinander verwachsen sind.

r, s und t sind demnach nicht als eine, zwischen den beiden aneinander stofsenden Zellen hineingelagerte Substanz zu betrachten, sondern vielmehr als Verdickungen der seitlichen Zellenwände, welche allmälig in die verdickte Masse der oberen Zellenwände übergeht.

Fig. 2. Querschnitt von einer anderen Stelle der Epidermis des Blattes von eben derselben Aloe intermedia. Der Querschnitt ist aber nach der Längenachse des Blattes gemacht und die Epidermis-Zellen sind höher, als in dem Schnitte der vorhergehenden Figur.

Bei diesem Querschnitte ist natürlich nur die eine der beiden Zellen der Hautdrüsen durchschnitten, und hier erscheint die Grube a mit ihrem Walle b ganz aufserordentlich deutlich. Eine Menge von bräunlichen, harzartigen Kügelchen lagen in der Grube, ja oftmals wird dieselbe damit ganz ausgefüllt und es scheint dieser Stoff ebenfalls von den Hautdrüsen abgesondert und daselbst abgelagert zu sein.

Die Zusammensetzung der Cuticula aus übereinander liegen-

Digitized by Google

den Schichten ist bei c c dargestellt, und die obere Wand der Zelle bei d zeigt denselben Verlauf der Schichten, demnach diese beiden Bildungen zusammen gehören müssen. Die Verdickung der Seitenwände dieser Epidermis-Zellen fängt hier schon tiefer an. (f, f,).

Fig. 3. Querschnitt aus der Epidermis eines alten Blattes von Agave mexicana L.

a a, die Reihe der Epidermis-Zellen.

b b, die Cuticula.

c c, die Linie der durchschnittenen Cuticula, welche bei der Dicke des Schnittes sich nach hinten herumwölbt, da die oberen Wände aller dieser Zellen mehr oder weniger gewölbt und warzenförmig erhaben erscheinen.

d, d, durchschnittene Zellen der Hautdrüse, welche mit sehr dicken Häuten versehen sind, in ihrem Inneren einige wenig gefärbte aber verschieden grofse Kügelchen enthalten.

e, die durchschnittene Spaltöffnung zwischen den beiden Drüsen-Zellen d d; sie ist zum Theil durch die Vorsprünge der Cuticula bei n geschlossen und zwischen n und der Drüse selbst findet sich noch eine kleine Höhle, ganz so, wie in Fig. 1.

h h, die durchschnittenen Einfassungs-Ränder der Wallöffnung.

f f, die Athemhöhle dicht unter der Hautdrüse.

g, die Grube des Walles.

l, l, l, allmäliges Dickerwerden des oberen Theiles der Seitenwände der Zellen.

m, eine Conglomeration von sehr hellgrün gefärbten Zellensaft-Kügelchen, welche im Allgemeinen nur selten an den Zellen der Epidermis vorkommen.

Fig. 4. Darstellung eines Vertikalschnittes aus dem Blatte der Melaleuca salicifolia.

a a, die Epidermis der oberen Blattfläche mit der überaus dicken Cuticula, worin die oberen Wände der Epidermis-Zellen verschmolzen sind.

b b, Epidermis der unteren Blattfläche mit ihren Hautdrüsen.

d, d, die Hautdrüsen, welche im Grunde der Grube f, f liegen, und durch die Wallöffnung von e e halb abgeschlossen sind.

c, eine innere Drüse, welche ein grünliches, sehr kampferreiches Oel absondert und nur selten im Inneren eine kleine Höhle aufzuweisen hat.

Fig. 5. Vertikalschnitt aus der unteren Hälfte eines Blattes von Begonia nitida. a b die Epidermisschicht der unteren Blattfläche, und g g die mit grünen Zellensaft-Kügelchen gefüllte Zellenschicht aus dem Diachyme des Blattes. Bei d, d, d sind die rosettenförmig gestellten Hautdrüsen vertikal durchschnitten, unter welchen sich unmittelbar die grofsen Luft- oder Athemhöhlen e, e, e, e etc. befinden, welche durch die seitlichen Zellenschichten f, f, f, f etc. von einander abgeschieden werden.

Fig. 6. Darstellung der Epidermis der unteren Blattfläche von Begonia nitida; es werden hier dieselben Punkte, wie in dem vertikalen Schnitte von Fig. 2. mit gleichen Buchstaben bezeichnet. Die rosettenförmige Stellung der Hautdrüsen ist hier besonders bemerkenswerth.

Fig. 7. u. 8. Darstellung zweier Hautdrüsen von der unteren

Digitized by Google

Blattfläche von Piper spurium; die eine der Drüsen ist geöffnet, die andere geschlossen. Im Texte ist die nähere Beschreibung derselben enthalten.

Fig. 9. 10. 11. Darstellungen der Hautdrüse von einer noch unbeschriebenen Tradescantia; auch hierüber ist die ausführliche Beschreibung im Texte pag. 275 enthalten.

Fig. 12. 13. u. 14. geben Darstellungen von der Hautdrüse auf den Blättern von Tradescantia discolor. Fig. 12. giebt die Darstellung nach einem Vertikalschnitte, welcher quer durch die Drüsenzellen verläuft, während in Fig. 13. der Schnitt so geführt ist, dafs er eine der Drüsenzellen der Länge nach durchschneidet. Unmittelbar unter der Drüse befindet sich die Athemhöhle e, e. Das Uebrige findet sich ebenfalls sehr ausführlich im Texte pag. 279 erklärt.

Fig. 15. 16. 17. Darstellungen der kieseligen Hülle, welche die Hautdrüsen des Equisetum hiemale, selbst nach einer sehr starken Glühung vollkommen gut darstellen. Die Kieselerde ist hier nämlich in der Membran abgelagert, welche die Zellen der Drüse bildet, so wie sie überhaupt in den oberen Zellenwänden der Epidermis eine vollkommen zusammenhängende Masse bildet, wovon ein kleines Stückchen, ebenfalls zurückgeblieben, nach einer sehr heftigen Glühung und nachherigen Reinigung mit Königswasser in Fig. 18. dargestellt ist. Die Kieselerde bildet hier eine äufserst zarte zusammenhängende membranartige Platte, worin man hie und da dergleichen warzenförmige Verdickungen bemerkt, welche hier in der Zeichnung durch einfache und doppelte feine Schattenringe zu erkennen sind. An einer Stelle sieht man auch, wie zwei solche Schattenringe, welche die warzenförmigen Verdickungen der Kieselplatte anzeigen, ineinander zusammenlaufen. In der jungen Pflanze ist die abgesonderte Kieselschale noch so zart, dafs sie nach der Trennung aus der Membran ganz gleichmäfsig und also ohne solche Verdickungen erscheint. Auch in den Hüllen, welche die Hautdrüsen-Zellen in den Figuren 15., 16. u. 17. darstellen, sieht man noch nichts von Verdickungen, nur die schmalen Flächen, welche die Spaltöffnung einschliefsen, zeigen feine Querstreifen, ähnlich denen, welche man so häufig in den kieseligen Schalen der Bacillarien sieht.

Fig. 19. Darstellung eines Längenschnittes aus dem Blatte der Agave mexicana.

a b c d, grofszelliges Diachym des Blattes.

e f, eine einzelne, besonders grofse Zelle mitten im Diachym, und enthaltend ein Bündel spiefsiger Krystalle, welches mit g h bezeichnet ist.

i k l, Zellengewebe, welches über der grofsen Zelle e f gelagert ist und bei der Beobachtung durch Veränderung des Fokus zu Gesicht kam.

Fig. 20. Epidermis von der oberen Fläche eines Blattes von Zea Mays. a, a, a die grofsen Zellen der Epidermis und b, b, b die kleinen Zellen, deren obere Wände in die feinen Härchen c, c ausgewachsen sind.

Tab. VI.

Fig. 1. bis 5. Darstellung der Faser- oder Bast-Zellen aus der Rinde des Stammes von Ceropegia aphylla.

Digitized by Google

Fig. 6., 7. u. 8. Darstellung mehrerer verästelter Faser-Zellen aus einem Blatte von Hoya carnosa.

Fig. 9. Darstellung eines kleinen Theiles einer Faser-Zelle aus dem Baste der Rinde von Nerium Oleander.

Fig. 10. Darstellung eines Längenschnittes aus der Rinde von Ceropepia aphylla; der Schnitt ist etwas über die Bastschicht geführt und zeigt das eigene Gefäfssystem mit sich verästelnden Gefäfsen.

Fig. 11. Darstellung eines Querschnittes aus dem Stamme von Sadleria cyatheoides Kaulf. Die langgestreckten Zellen, welche das feste Holz dieses Stammes bilden, sind auf ihren Seitenwänden geschlängelt; auf Längsschnitten zeigen sie 4seitige Figuren.

Fig. 12. Ein Querschnitt aus dem Rindengewebe der Wurzel eines Farrnkrautes mit knolligem Stamme; dessen Name leider nicht zu bestimmen ist. Auch hier der geschlängelte Verlauf der Seitenwände der Zellen.

Fig. 13. Darstellung eines Stückchens der Pollenhaut von Lilium candidum, wozu die Erklärung auf pag. 163 u. s. w. gegeben ist.

Fig. 14. u. 15. Darstellungen aus der Pollenhaut von Amaryllis Reginae hybr., wozu die Erklärung auf pag. 166 gegeben ist.

Fig. 16. Darstellung einiger Glieder eines Härchens von dem Staubfaden einer noch unbestimmten weifsblühenden Tradescantia, ähnlich der T. procumbens.

Die Richtung der feinen Saftströme im Inneren dieser Zellen ist durch die Richtung der Pfeile angedeutet. Erst im 2ten Theile dieses Buches wird über diesen Gegenstand die Rede sein, da aber bis jetzt noch keine richtige Abbildung über diese Bewegung in den Zellen vorhanden ist, so habe ich schon hier die Abbildung mitgegeben.

Fig. 17. Darstellung eines Qnerschnittes aus einem Blatte von Pinus sylvestris.

a b, die Epidermis mit der Cuticula c c; die Zellen der Epidermis sind sehr dickhäutig, so dafs die Höhlen derselben fast ganz geschlossen sind; die Wände derselben zeigen mehrere Schichten, woraus sie zusammengesetzt sind und von der Zelhöhle aus laufen feine Tüpfel-Kanäle nach den 4 Kanten der Zellen; daher die Kreuzlinien, welche die Zellen auf der Abbildung zeigen.

d, das Grübchen, welches zur Hautdrüse e führt und

f, die Athemhöhle.

g, Durchschnitts-Oeffnung eines Harzganges im Blatte, welche rund herum durch sehr dickhäutige Faser-Zellen gebildet wird, die ebenfalls den schichtenförmigen Bau der Wände zeigen und hie und da auch zarte Tüpfel-Kanäle; auch diese Zellen, wie die der Epidermis sind ungefärbt, dagegen das umschliefsende Parenchym i i i i, ganz dicht mit grünen Zellensaft-Kügelchen gefüllt ist.

An den Wänden dieser Parenchym-Zellen wird man an verschiedenen Stellen mehr oder weniger grofse Hervorragungen, gleichsam Auswüchse wahrnehmen, welche sehr eigenthümlich diesem Gewebe sind.

Gedruckt bei den Gebr. Unger.

Digitized by Google

Fig. 2. 1/420

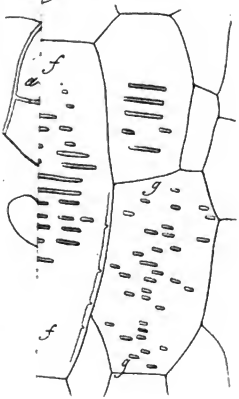


Fig. 8.

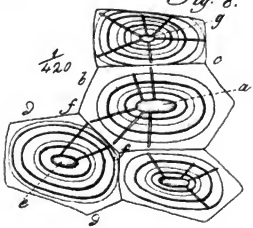


Fig. 9.

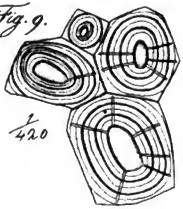


Fig. 7.

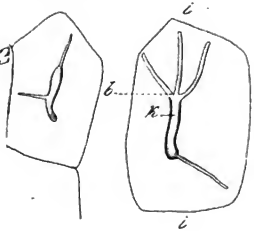
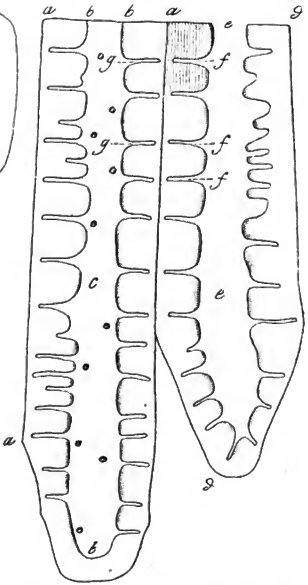


Fig. 3

Fig. 10. 1/420



1/420

Fig. b

Fig. 11.

Digitized by Google

Digitized by Google

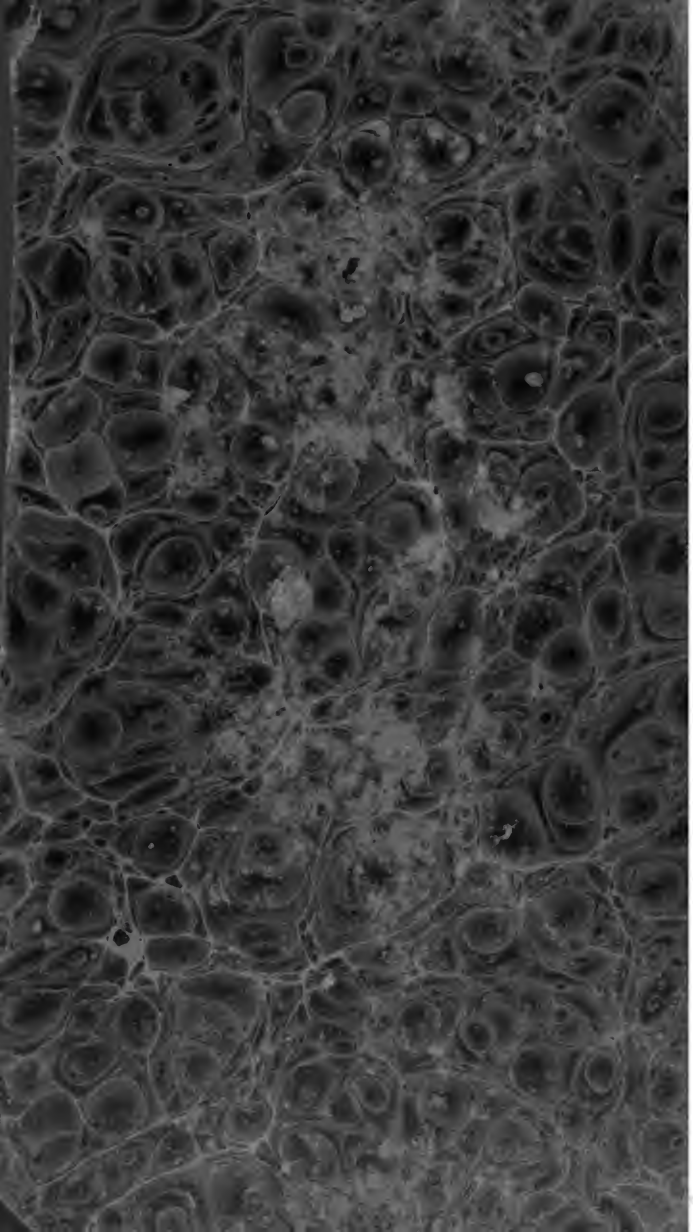
Digitized by Google

Digitized by Google

(pag. 170)

1: mit 6 Kpfftln. /

v. I — VI.


Digitized by Google